

Daimler und  
Benz **Stiftung**

Mathias Mitteregger · Emilia M. Bruck  
Aggelos Soteropoulos · Andrea Stickler  
Martin Berger · Jens S. Dangschat  
Rudolf Scheuven · Ian Banerjee *Hrsg.*



# AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität

OPEN ACCESS

 Springer Vieweg

---

## AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität

---

Mathias Mitteregger · Emilia M. Bruck ·  
Aggelos Soteropoulos · Andrea Stickler ·  
Martin Berger · Jens S. Dangschat ·  
Rudolf Scheuven · Ian Banerjee  
(Hrsg.)

AVENUE21.  
Politische und  
planerische Aspekte  
der automatisierten  
Mobilität

*Hrsg.*

Mathias Mitteregger  
future lab Research Center  
Technische Universität Wien  
Wien, Österreich

Aggelos Soteropoulos  
future lab Research Center und Forschungs-  
bereich Verkehrssystemplanung  
TU Wien  
Wien, Österreich

Martin Berger  
Forschungsbereich Verkehrssystemplanung  
TU Wien  
Wien, Österreich

Rudolf Scheuven  
future lab Research Center und Forschungs-  
bereich Örtliche Raumplanung  
TU Wien  
Wien, Österreich

Emilia M. Bruck  
future.lab Research Center und Forschungs-  
bereich Örtliche Raumplanung (IFOER)  
TU Wien  
Wien, Österreich

Andrea Stickler  
future.lab Research Center und Forschungs-  
bereich Soziologie (ISRA)  
TU Wien  
Wien, Österreich

Jens S. Dangschat  
Forschungsbereich Soziologie (ISRA)  
TU Wien  
Wien, Österreich

Ian Banerjee  
Forschungsbereich Soziologie (ISRA)  
TU Wien  
Wien, Österreich



Gefördert durch die Daimler und Benz Stiftung.

ISBN 978-3-662-63353-3 ISBN 978-3-662-63354-0 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0>

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

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en) 2021 Dieses Buch ist eine Open-Access-Publikation.

**Open Access** Dieses Buch wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Buch enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Verantwortlich im Verlag: Markus Braun

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

# MIT WISSEN IN DIE ZUKUNFT

## VORWORT DER DAIMLER UND BENZ STIFTUNG

Der digitale Wandel betrifft nahezu alle Lebensbereiche. Ob Medizin und Pflege, Lehre und Lernen, Produktion und Logistik, Kultur und Konsum oder das gesamte Verkehrswesen – alle Branchen unterliegen der nicht aufzuhaltenden Digitalisierung. Manche Bereiche profitieren bereits seit Langem davon, in anderen wird kontrovers darüber diskutiert und wiederum andere erfahren urplötzlich eine ungeahnte Beschleunigung. All dies wird durch wissenschaftliche und technische Entwicklungen getrieben, die rund um den Globus entscheidend zur Gestaltung unserer Zukunft beitragen.

In bewegten Zeiten, wie wir sie gerade erleben, lässt sich der Wert der Wissenschaft unmittelbar erkennen. Innerhalb kürzester Zeit bringt sie neue Erkenntnisse ans Licht und Lösungen auf den Weg. In diesem Sinn agiert die gemeinnützige Daimler und Benz Stiftung: Seit ihrer Gründung im Jahr 1986 fördert sie Wissenschaft, die sich im Spannungsfeld zwischen Mensch, Umwelt und Technik bewegt. Eigenständig, fachübergreifend und inhaltlich unabhängig lautet das Credo für die diversen Fördervorhaben.

Darüber hinaus leistet die Stiftung einen Beitrag zur Kommunikation und Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Zusammenhänge, um diese der Allgemeinheit zugänglich zu machen. So fördert sie den Dialog zwischen interessierter Öffentlichkeit, Experten aus der Praxis und Wissenschaftlern diverser Fachrichtungen. In vielfältigen Veranstaltungsformaten, Vortragsreihen und Publikationen wird Wissenschaft vermittelt und so ein gesellschaftlicher Mehrwert geschaffen.

Wissenschaftler der Technischen Universität Wien in Österreich nahmen im Forschungsprojekt *AVENUE21 – Autonomer Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa im 21. Jahrhundert* gegenwärtige Problemstellungen und drängende Zukunftsfragen rund um den digitalisierten und automatisierten Straßenverkehr unter die Lupe. Das Projekt wurde über einen Zeitraum von vier Jahren von der Stiftung gefördert. Da die Thematik auch Landesgrenzen überschreitet, forschten sie in fachübergreifenden und internationalen Teams. Ihre wissenschaftlichen und gesellschaftsrelevanten Ergebnisse sind im vorliegenden zweiten Ergebnisbericht publiziert.

Während sich der erste Band aus dem Jahr 2020 mit den städtischen Auswirkungen automatisierter Fahrzeuge beschäftigte, liegen die Schwerpunkte nun im öffentlichen Raum: Welche Erfahrungen gibt es mit automatisierten Shuttlebussen im öffentlichen Verkehr? Sind Zustellroboter die Lösung für die letzte Meile in der Stadt? Wie lässt sich der Fahrradverkehr in automatisierte Verkehrsstrukturen der Zukunft einbinden? Und wie sollen Politik, Verwaltung und Gesellschaft mit allem umgehen? Veränderungen sind Chancen – sie schaffen neue Gestaltungsspielräume für die Zukunft. Die Wissenschaft ist dabei unverzichtbar. Damit Erkenntnisse nicht nur gewonnen, sondern auch zielgerichtet wirken und in die Breite getragen werden können, fördert die Daimler und Benz Stiftung ausgewählte Projekte wie „AVENUE21“.

**Prof. Dr. Eckard Minx**  
Vorstandsvorsitzender

**Prof. Dr. Lutz H. Gade**  
Vorstandsmitglied

# WAS KOMMT DA AUF UNS ZU?

## VORWORT DES FORSCHUNGSTEAMS VON AVENUE21

Wir hatten die Gelegenheit, über vier Jahre hinweg im Projekt „AVENUE21“ den Themenbereich der automatisierten und vernetzten Mobilität an den Schnittstellen von Mobilitäts- und Siedlungsentwicklung zu erforschen. Großzügig gefördert von der Daimler und Benz Stiftung konnten wir dieses Thema im Rahmen eines interdisziplinären Teams der Fakultät für Architektur und Raumplanung an der TU Wien aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachten und gemeinsam mit internationalen ExpertInnen reflektieren. Die bewusste Ergebnisoffenheit zu Beginn des Projekts ermöglichte es, in einem iterativen interdisziplinären Prozess verschiedene Perspektiven der möglichen Wirkungen einer automatisierten und vernetzten Mobilität zu entwickeln und darauf aufbauend die Fragen zu stellen, ob, wo und unter welchen Umständen automatisierte und vernetzte Mobilität im Sinne nachhaltiger Siedlungs- und Mobilitätsentwicklung genutzt werden kann.

Die zunehmende Automatisierung und Vernetzung des Straßenverkehrs wird sich über mehrere Maßstabsebenen hinweg auf bestehende Planungsaufgaben auswirken und auch kommende Herausforderungen wesentlich beeinflussen: von der europäischen „Connectivity“ über die (stadt-)regionale Entwicklungsplanung bis hin zur Gestaltung des öffentlichen Raums der Straße. Es wird eine neue Vielfalt des Mobilitätsangebots entstehen (Fahrzeuge, Mobilitätsdienstleistungen, Informationen, Daten), die das Potential einer nachhaltigen und raumverträglichen Entwicklung in sich birgt, sie aber auch in Frage stellen kann. Generische Lösungen „von oben“ oder auch die alleinige Umsetzung technologischer Innovationen reichen für zukunftsweisende Ansätze kaum aus. Vielmehr verlangt die sich abzeichnende Entwicklung von allen Beteiligten, die lokal spezifischen, differenzierten Herausforderungen anzuerkennen und ernst zu nehmen. Es bedarf zudem einer konsequenten politisch-planerischen Steuerung, die einerseits gezielt einen auf das Gemeinwohl gerichteten Rahmen setzt und diesen stetig weiterentwickelt sowie andererseits flexibel mit neuen Technologien umgeht.

Während wir in der ersten Publikation *AVENUE21 – Autonomer Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa im 21. Jahrhundert* die Herausforderungen durch den automatisierten und vernetzten Verkehr auf die Stadtentwicklung und den öffentlichen Raum differenziert beschrieben und im Rahmen von Szenarien mögliche (idealtypische) Entwicklungen skizziert haben, stehen im vorliegenden Band die potentielle Vielfalt möglicher Einsatzformen automatisierter und vernetzter Mobilität – u. a. anhand internationaler Beispiele beschrieben – sowie deren Steuerungspotentiale und -notwendigkeiten im Mittelpunkt. Neben den Vertiefungen durch das Forschungsteam kommen hier auch internationale KollegInnen zu Wort.

Wir möchten uns bei allen Personen und Institutionen bedanken, die uns in den letzten vier Jahren begleitet, unterstützt und uns die Möglichkeit gegeben haben, unsere Forschung international und in andere Fachbereiche einzubringen. Wir sind für diesen höchst konstruktiven Austausch dankbar und hoffen, mit diesem Band einen weiteren Beitrag zur zwingend notwendigen Diskussion über die Zukunft der Mobilität leisten zu können.

**Das Forschungsteam von AVENUE21**

# AUTORINNEN

**Christof Abegg**

Universität Bern, Teamleiter Stadt- und Regionalwirtschaft, EBP Schweiz AG  
Bern/Zürich, Schweiz

**Daniela Allmeier**

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (IFOER)  
Wien, Österreich

**Ian Banerjee**

TU Wien, Forschungsbereich Soziologie (ISRA)  
Wien, Österreich

**Martin Berger**

TU Wien, Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)  
Wien, Österreich

**Stefan Bindreiter**

TU Wien, simlab und Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (IFOER)  
Wien, Österreich

**Emilia M. Bruck**

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (IFOER),  
Dissertantin im Projekt AVENUE21  
Wien, Österreich

**Jens S. Dangschat**

TU Wien, Forschungsbereich Soziologie (ISRA)  
Wien, Österreich

**Alexander Egoldt**

TU Berlin, Fachgebiet Straßenplanung und Straßenbetrieb  
Berlin, Deutschland

**Lutz Eichholz**

TU Kaiserslautern, Fachbereich Raum- und Umweltplanung  
Kaiserslautern, Deutschland

**Steven Fleming**

Cycle Space.  
Melbourne, Australien

**Tomoyuki Furutani**

Keio University, Faculty of Policy Management  
Tokio, Japan

**Alexander Hamedinger**

TU Wien, Forschungsbereich Soziologie (ISRA)  
Wien, Österreich

**Arne Holst**

TU Berlin, Fachgebiet Straßenplanung und Straßenbetrieb  
Berlin, Deutschland

# AUTORINNEN

**Peraphan Jittrapirom**

Nijmegen School of Management, Radboud University und Global Carbon Project (GCP), National Institute for Environmental Studies (NIES)  
Nijmegen, Niederlande und Tsukuba, Japan

**Detlef Kurth**

TU Kaiserslautern, Fachbereich Raum- und Umweltplanung  
Kaiserslautern, Deutschland

**Zoltán László**

Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Lead On-Demand Mobilität , Neue Mobilitätsdienstleistungen  
Bern, Schweiz

**Bert Leerkamp**

Bergische Universität Wuppertal, Lehr- und Forschungsgebiet für Güterverkehrsplanung und Transportlogistik  
Wuppertal, Deutschland

**Katharina Manderscheid**

Universität Hamburg, Fachbereich Sozialökonomie, Fachgebiet Soziologie  
Hamburg, Deutschland

**Robert Martin**

JAJA Architects ApS und Aalborg University CPH, Department of Planning  
Kopenhagen/Aalborg, Dänemark

**Mathias Mitteregger**

TU Wien, future.lab Research Center, Projektleitung AVENUE21  
Wien, Österreich

**Lucia Paulhart**

TU Wien, future.lab Research Center  
Wien, Österreich

**Fabienne Perret**

ETH, Leiterin Geschäftsbereich Verkehr, EBP Schweiz AG  
Zürich, Schweiz

**Thomas Richter**

TU Berlin, Fachgebiet Straßenplanung und Straßenbetrieb  
Berlin, Deutschland

**Rudolf Scheuven**

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (IFOER)  
Wien, Österreich

**Aggelos Soteropoulos**

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS),  
Dissertant im Projekt AVENUE21  
Wien, Österreich

**Andrea Stickler**

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Soziologie (ISRA), Dissertantin im  
Projekt AVENUE21  
Wien, Österreich

# MITWIRKENDE

**Bettina R. Algieri**  
Lektorat DE  
Baden b. Wien, Österreich

**Jonathan Fetka**  
Inhaltliche Projektassistenz, Publikationsmanagement und Satz  
TU Wien, future.lab Research center  
Wien, Österreich

**Michael Gidam**  
GIS-basierte Analysen  
TU Wien, Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)  
Wien, Österreich

**Maximilian Kipke**  
Grafik  
TU Wien, Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)  
Wien, Österreich

**Rita Neulinger**  
Layout  
Brandneulinger Grafik  
Wien, Österreich

**Nivene Raafat**  
Übersetzung DE > EN  
Brighton, Vereinigtes Königreich

**Maria Slater**  
Übersetzung DE > EN und Lektorat EN  
Wien, Österreich

**Andrea Wölfer**  
Organisation, Personalwesen und Verwaltung  
TU Wien, future.lab Research Center  
Wien, Österreich

# ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

aF	automatisiertes Fahren
ANT	Akteur-Netzwerk-Theorie
API	Application Programming Interface/Programmierschnittstelle
avF	automatisierte und vernetzte Fahrzeuge
avV	automatisierter und vernetzter Verkehr
CAV	Connected and Automated Vehicles/Automatisierte und vernetzte Fahrzeuge
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport Systems/Kooperative Intelligente Verkehrssysteme
CUS	Customer System/Kundeninformationssystem
ESP	Edinburgh Strong Programme
FG	FußgängerInnen
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.
FUA	„functional urban area“
Fz	Fahrzeuge
Fz/Sp-h	Fahrzeuge pro Spitzenstunde
GIP	Graphenintegrationsplattform
IoT	Internet of Things/Internet der Dinge
KEP-Dienste	Kurier-, Express- und Paketdienste
Kfz	Kraftfahrzeug(e)
KI	künstliche Intelligenz
LTS	Large Technology Systems
MaaS	Mobility as a Service/Mobilität als Dienstleistung
MIV	motorisierter Individualverkehr
ODD	Operational Design Domain/Einsatzumgebung
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
OSM	Open Street Map
ÖIV	öffentlicher Individualverkehr
ÖV	öffentlicher Verkehr
PRT	Personal Rapid Transit
PT	Policy transfer
RF	RadfahrerInnen
SBB	Schweizer Bundesbahnen
Sp-h	Spitzenstunde
STS	Science and Technology Studies
TA-SWISS	Schweizerische Stiftung für Technikfolgenabschätzung
TNC	Transportation Network Company (z. B. Uber, Lyft etc.)
UPM	Urban policy mobilities
ZAMG	Österreichische Anstalt für Meteorologie und Geodynamik

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Einleitungen</b>		
1	Automatisiertes und vernetztes Fahren: Das Lange Level 4 Mathias Mitteregger, Ian Banerjee	1
2	Automatisiertes und vernetztes Fahren: Berücksichtigung des lokalen, räumlichen Kontextes und räumliche Differenzierung Emilia M. Bruck, Aggelos Soteropoulos	7
3	Automatisiertes und vernetztes Fahren im Kontext einer nachhaltigen Verkehrs- und Mobilitätswende Andrea Stickler, Jens S. Dangschat, Ian Banerjee	17
<b>Teil I: Mobilität und Verkehr</b>		<b>25</b>
Aggelos Soteropoulos, Martin Berger		
4	Selbstfahrende Wende oder automobiler Kontinuität? Überlegungen zu Technologie, Innovation und sozialem Wandel Katharina Manderscheid	27
5	Automated Drivability und straßenräumliche Verträglichkeit im Stadt-Land-Kontinuum am Beispiel der Stadtregion Wien Aggelos Soteropoulos	41
6	Automatisierung, öffentlicher Verkehr und Mobility as a Service: Erfahrungen aus Tests mit automatisierten Shuttlebussen Aggelos Soteropoulos, Emilia M. Bruck, Martin Berger, Alexander Egoldt, Arne Holst, Thomas Richter, Zoltán László	75
7	Zustellroboter als Lösung für die letzte Meile in der Stadt? Bert Leerkamp, Aggelos Soteropoulos, Martin Berger	107
<b>Teil II: Öffentlicher Raum</b>		<b>131</b>
Mathias Mitteregger, Emilia M. Bruck, Andrea Stickler		
8	Steuerung und Gestaltung von räumlichen Schnittstellen der Mobilität Emilia M. Bruck, Rudolf Scheuven, Martin Berger	133
9	Transformations of European Public Spaces with AVs Robert Martin, Emilia M. Bruck, Aggelos Soteropoulos	159
10	Am Ende der Straße: totale Sicherheit Mathias Mitteregger	179

11	Integration des Radverkehrs in zukünftige urbane Verkehrsstrukturen mit automatisierten und vernetzten Fahrzeugen Lutz Eichholz, Detlef Kurth	199
12	Against the Driverless City Steven Fleming	221
	<b>Teil III: Raumentwicklung</b> Mathias Mitteregger, Rudolf Scheuvs	<b>237</b>
13	Strategic spatial planning, “smart shrinking,” and the deployment of CAVs in rural Japan Ian Banerjee, Tomoyuki Furutani	239
14	Ansätze integrierter strategischer Planung für automatisierte Mobilität im Kontext der Mobilitätswende Mathias Mitteregger, Daniela Allmeier, Lucia Paulhart, Stefan Bindreiter	269
15	Chancen vergangener Fehler: Flächenpotentiale am Weg zu einem automatisierten Mobilitätssystem Mathias Mitteregger, Aggelos Soteropoulos	315
	<b>Teil IV: Governance</b> Jens S. Dangschat, Ian Banerjee, Andrea Stickler	<b>339</b>
16	Neue Governance-Konzepte für die Digitalisierung: Herausforderungen und Potentiale Alexander Hamedinger	343
17	Wie steuern automatisierte Fahrzeuge die Raumentwicklung in der Schweiz? Fabienne Perret, Christof Abegg	355
18	Von lokalen Projekten der Verkehrswende für automatisierten und vernetzten Verkehr lernen Andrea Stickler	381
19	Automatisierter und vernetzter Verkehr in der soziotechnischen Transformation? Jens S. Dangschat	403
20	Data-driven urbanism, digital platforms, and the planning of MaaS in times of deep uncertainty: What does it mean for CAVs? Ian Banerjee, Peraphan Jittrapirom, Jens S. Dangschat	441



# 1 Automatisiertes und vernetztes Fahren: Das Lange Level 4

Mathias Mitteregger, Ian Banerjee

1.	<b>Einleitung</b>	2
2.	<b>Automatisierung und Vernetzung des Verkehrs im Kontext</b>	2
3.	<b>Wie sieht die Zeit des Übergangs im Mobilitätssystem aus?</b>	3
	<b>Literatur</b>	5

---

Mathias Mitteregger.  
TU Wien, future.lab Research Center  
mathias.mitteregger@tuwien.ac.at

Ian Banerjee  
TU Wien, Forschungsbereich Soziologie (ISRA)  
ian.banerjee71@gmail.com

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_1)

# 1. EINLEITUNG

Dieser Sammelband steht am Ende der vierjährigen Forschungsarbeit, die durch die Daimler und Benz Stiftung an der TU Wien ermöglicht wurde. Die Einschätzung der Potentiale und Wirkungen automatisierter und vernetzter Fahrzeuge hat sich in dieser Zeit grundlegend gewandelt. Die Ergebnisse des Kernteams und jene der internationalen AutorInnen dieses Sammelbandes haben auf unterschiedliche Weise beigetragen.

Vier Forschungsjahre waren Zeit genug, damit sich die immer gleiche Ankündigung – in fünf Jahren würde die Produktion autonomer Fahrzeuge in Serie gehen – als vorschnell herausstellen konnte. Dies war und ist ein Problem in diesem Feld: Die Entwicklung wird von Firmen bestimmt, deren Erfolgsmeldungen sich später vielfach als Absichtserklärungen herausstellen (Matthaei et al. 2015: 1144): Weder Autobauer (Boudette 2016, Wang 2016) noch IT-Unternehmen (Rogers 2015, Korosec 2015) konnten ihren Fünfjahresplan einhalten.

Für jene Forschungsfelder, die sich für die Wirkungen einer neuen Technologie interessieren bzw. danach fragen, wie eine neue Technologie sinnvoll eingesetzt werden kann, ist diese Extrazeit durchaus wertvoll. Dies zeigt der Vergleich: In den letzten Jahren wurden unzählige Smart City-Projekte und -Initiativen gestartet. Während in allen städtischen Bereichen ein ganz bestimmter Weg in Richtung Daten und Vernetzung eingeschlagen wurde, konnten bestenfalls „erste allgemeine Hinweise“ zu möglichen Folgen gegeben oder die Wirkungsbetrachtung im „Forschungsbedarf“ erwähnt werden (Soike et al. 2019: 5).

# 2. AUTOMATISIERUNG UND VERNETZUNG DES VERKEHRS IM KONTEXT

Am Beginn der gemeinsamen Forschung wirkten die Hoffnungen gegenüber „autonomen Fahrrobotern“ fast grenzenlos (jene, die sich schon lange mit Fragen von Automatisierung und Vernetzung beschäftigt haben, waren skeptischer; Shladover, Kornhauser und Miller in Simonite 2016). Automatisierte und vernetzte Fahrzeuge sollten den Verkehr effizienter, sicherer, nachhaltiger machen und auf Mobilitätsbedürfnisse der Menschen situationsspezifischer reagieren und unterschiedliche Angebote nahtlos integrieren (vgl. Dangschat/Stickler 2020). Für eine Technologie, die sich, auch heute noch, erst im Test- und noch nicht im Regelbetrieb befindet, bleiben all diese Zuschreibungen Metaphern: Sprachbilder (im konkreten Fall aus der Welt der Plattformökonomien entlehnt), die nicht nur benutzt werden, um Dinge zu beschreiben, die sich der unmittelbaren Erfahrung entziehen, sondern die auch deren Entwicklung mit beeinflussen können (Kuhn 1979, Boyd 1979; zur Rolle von Narrationen zur automatisierten und vernetzten Mobilität in Europa siehe Stickler 2020).

Die überzogenen Erwartungen gegenüber automatisierten und vernetzten Fahrzeugen sind nicht unbedingt überraschend. Unterschiedliche theoretische Positionen dokumentieren, dass Menschen dazu tendieren, ihre eigenen Werke zu überschätzen. Karl Marx hat davon gesprochen, dass den Waren durch das Zutun ihrer Erschaffenden „theologische Mücken“ wachsen und sie dadurch in eine quasireligiöse Sphäre gehoben werden (Marx 1890/1962: 85–98) – eine

Einschätzung die bemerkenswerterweise auch Unternehmensberater teilen, die vom Hype-Zyklus sprechen (Fenn/Raskino 2008).

Die allgemeine Gemengelage ist allerdings zu berücksichtigen. Zum einen ist der Markt in der Mobilitätsbranche seit etwa 2010 ausgesprochen unruhig. Etwa ab dieser Zeit drängten neue Akteure aus der IT auf den Mobilitätsmarkt, die binnen relativ kurzer Zeit durch technologische Innovationen und serviceorientierte Geschäftsmodelle beachtliche Erfolge einfahren konnten (die Aktie des kalifornischen Automobilherstellers Tesla war zum Jahresende 2020 so viel Wert wie General Motors, Ford, Toyota, Honda, Fiat Chrysler und Volkswagen zusammen; Krisher 2020). In Spitzenzeiten werden in Teilen von San Francisco mehr als ein Viertel der Fahrten von Fahrdienstleistern wie Uber oder Lyft übernommen (SFCTA 2018).

Zum anderen besteht nach Jahren der Tatenlosigkeit nun enormer Druck, die Emissionen des Straßenverkehrs radikal zu senken. Während alle anderen Wirtschaftssektoren Treibhausgasemissionen effektiv reduzieren konnten, sind die Emissionen des Straßenverkehrs innerhalb der EU ungebrochen gestiegen und würden ohne entschiedenes Handeln weiter steigen (IEA 2020). Dies hat dazu geführt, dass Ankündigungen zu Hoffnungen wurden und Städte auf der ganzen Welt Simulationsstudien zu den möglichen Wirkungen eines ausschließlich aus automatisierten Fahrzeugen bestehenden Verkehrssystems beauftragt haben (Soteropoulos et al. 2019). Auch heute noch messen zahlreiche Politik- und Strategiepapiere der Automatisierung und Vernetzung eine zentrale Rolle im Kontext der Verkehrs- und Mobilitätswende bei.

Zum Abschluss des Forschungsprojektes wird sowohl die technologische Entwicklung als auch ein möglicher positiver Beitrag von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen im Kontext der Mobilitätswende konservativer bewertet. Anstelle einer Revolution rückt eine mehrere Jahrzehnte dauernde Phase der Transformation bzw. des Übergangs, „währenddessen nur Teile des Straßennetzes automatisiert befahren werden können und herkömmliche Verkehrsmittel weiter eine wesentliche, aber spezialisiertere Rolle spielen“ (Mitteregger et al. 2020: IX). Für diese Übergangszeit wurde in der ersten Publikation dieses Forschungsprojektes vom Kernteam der Begriff des „Langen Level 4“ geprägt (Mitteregger et al. 2020).

### **3. WIE SIEHT DIE ZEIT DES ÜBERGANGS IM MOBILITÄTSSYSTEM AUS?**

Auch mit dem Blick auf die Transformationsforschung ist die Durchsetzung einer Technologie zunächst in „Nischen“ durchaus zu erwarten, bevor es zu einer breiten Diffusion in der Gesellschaft kommt (siehe Beitrag 19 von Dangschat in diesem Band). Die Situation, dass nur Teile des Straßennetzes für den Einsatz von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen tauglich sein könnten, verlangt eine grundlegende Neubewertung der Wirkungen. Einige Aspekte dieser Übergangszeit werden hier beleuchtet (vgl. u. a. zur Rolle der Schnittstellen Beitrag 8 von Bruck et al. und zur Interaktion von Fahrradverkehr und automatisierten Fahrzeugen Beitrag 11 von Eichholz und Kurth in diesem Band).

Eine fundamentale Weichenstellung zeichnet sich bereits ab. Sie betrifft die Frage, wie mit der selektiven Tauglichkeit künftig umgegangen wird. Auf lange Sicht sind Situationen zu erwarten, die automatisierte Fahrsysteme überfordern. Unterschiedliche Faktoren wie etwa die aktuelle Wetterlage, der Zustand der Straßeninfrastruktur oder die angestrebte Geschwindigkeit spie-

len hierbei eine Rolle (siehe Beitrag 5 von Soteropoulos in diesem Band). Zwei Antworten werden im internationalen Vergleich gegeben:

1. **Hybride Angebote:** Fahrdienstleister (wie Uber oder Lyft) planen bereits für die Übergangsphase während des Langen Level 4. Es wird angenommen, dass langfristig nur ein Teil der Fahrten automatisiert (mit oder ohne SicherheitsfahrerIn) abgewickelt werden kann. Bei jeder Kundenanfrage werden die aktuellen Umfeldbedingungen geprüft. Zeigt die Analyse, dass eine automatisierte Fahrt möglich ist, wird ein Fahrzeug ohne FahrerIn gesandt. Ist das Gegenteil der Fall, so wird ein Mensch am Steuer sitzen (Chaum 2019, Sheikh 2018).
2. **Abgegrenzte Betriebsbereiche:** Die Gesetzgebung in Deutschland, mit der sich die aktuelle Bundesregierung das Ziel gesetzt hat, weltweit als erstes Land den Regelbetrieb während der Übergangsphase zu ermöglichen, geht einen anderen Weg. Es ist vorgesehen, Betriebsbereiche auszuweisen, die jeweils von einem konkreten automatisierten Fahrsystem genutzt werden dürfen. Als Beispiele für mögliche Betriebsbereiche werden „öffentlicher Personenverkehr innerhalb der Kommunen“, „Dienst- und Versorgungsfahrten im kommunalen Bereich“, „Betriebsshuttles, die den Mitarbeiterverkehr übernehmen“, oder „Fahrten zwischen medizinischen Versorgungszentren und Alten- bzw. Pflegeheimen“ genannt (vgl. Kugoth 2020, Mitteregger et al. 2020).

Welcher dieser beiden Wege sich letzten Endes (lokal) durchsetzt, dürfte eine der zentralen Entscheidungen sein und grundlegend den öffentlichen Raum der Straße prägen (Abb. 1).

**Abbildung 1:** Antworten auf die selektive Tauglichkeit des Straßennetzes während des Langen Level 4

	<b>Dynamische Antwort</b>	<b>Geographische Antwort</b>
<b>Einsatzbereich</b>	temporär, situationsabhängig	festgeschrieben, räumlich abgegrenzt
<b>Raummetapher</b>	Erlebter Raum	Container-Raum
<b>Beispiel</b>	Hybride Fahrdienstleister	Gesetz in Deutschland

Quelle: eigene Darstellung

Die Wirkungen wären grundlegend verschieden. Auch hier geht es zunächst um (gegensätzliche) Metaphern – in diesem Fall des Raumes. Geographisch abgesteckte Betriebsbereiche ermöglichen eine ganz andere Lesbarkeit des Raumes als im Fall einer situationsabhängigen Bewertung möglich ist. Aus der Perspektive anderer VerkehrsteilnehmerInnen wäre das Betreten eines Betriebsbereichs ein bewusster Akt. Der zugrunde gelegte Container-Raum verlangt allerdings vielfach kritisierte Abstraktionen – vor allem die Nutzung bzw. die Lebenswelt betreffend. Im anderen Fall bliebe verborgen, wieso sich ein Fahrzeug ohne lenkende Person im Straßenraum befindet. Die dahinterliegende Analyse wäre nicht zugänglich. Auch die Kontrollfähigkeit von Behörden, die Möglichkeit des steuernden Eingreifens z. B. zum Zweck des Verkehrsmanagements, Angebotsformen und Arbeitsbedingungen – all dies wäre hiervon betroffen.

Beiden Antworten unterscheiden sich auch grundlegend darin, welche Medien wir heute einsetzen können, um mögliche Wirkungen zu verstehen. Ein dynamisch, wandelbarer Stadtraum ist in Bildern nur schwer fassbar, Videos oder Texte eignen sich hierfür besser. Ein Beispiel wäre das Werbevideo von Waymo: Eine blinde Person ist in einem automatisierten Kleinstfahrzeug zu sehen. Der ältere Mann freut sich, dass er „einen wichtigen Teil seines Lebens wiedererlangt

hat“, ein Teil, der ihm durch „den Verlust des Sehvermögens entrissen wurde“ (Waymo 2016). Ob dieses Erlebnis dieser Person nun auch während starkem Regen oder an anderen Orten als Phoenix, Arizona, zur Verfügung steht, bleibt unbeantwortet.

In bestehenden nationalen Strategien werden fast ausschließlich geographische Aspekte der Übergangszeit betont bzw. reguliert (vgl. Beitrag 13 von Banerjee und Furutani sowie Beitrag 17 von Perret und Abegg in diesem Band). Eine wesentliche Aufgabe könnte sein, situative Aspekte stärker zu berücksichtigen.

## LITERATUR

- Boudette, N. E. 2016. „Ford Promises Fleets of Driverless Cars Within Five Years“, *The New York Times*, 16.8.2016. <https://www.nytimes.com/2016/08/17/business/ford-promises-fleets-of-driverless-cars-within-five-years.html> (1.9.2020).
- Boyd, R. 1979. „Metaphor and theory change: What is ‚metaphor‘ a metaphor for?“, in *Metaphor and Thought*, hg. v. A. Ortony. Cambridge: Cambridge University Press, 481–532.
- Chaum, M. 2019. „Uber Video Keynote“, Vortrag bei der Schweizer Mobilitätsarena, 16.9.2019.
- Dangschat, J. S., und A. Stickler 2020. „Kritische Perspektiven auf eine automatisierte und vernetzte Mobilität“, in *Jahrbuch StadtRegion 2019/2020*, hg. v. C. Hannemann, F. Othengrafen, J. Pohlen, B. Schmidt-Lauber, R. Wehrhahn und S. Güntner. Wiesbaden: Springer VS, 53–74.
- Fenn, J., und M. Raskino 2008. *Mastering the Hype Cycle: How to Choose the Right Innovation at the Right Time*. Brighton, MA: Harvard Business Press.
- Geels, F. W. 2002. „Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study“, in *Research Policy* (31) 8/9, 1257–1274.
- IEA (International Energy Agency) 2020. „Changes in transport behaviour during the Covid-19 crisis“, 27.5.2020. Paris. <https://tinyurl.com/y32cn6xa> (1.9.2020).
- Korosec, K. 2015. „Elon Musk Says Tesla Vehicles Will Drive Themselves in Two Years“, *Fortune*, 21.12.2015. <https://fortune.com/2015/12/21/elon-musk-interview/> (1.9.2020).
- Krisher, T. 2020. „Tesla joins the S&P 500 today. It’s already worth more than Toyota, Volkswagen, GM, Ford, Fiat Chrysler, Nissan and Daimler combined“, *The Chicago Tribune*, 21.12.2020. <https://www.chicagotribune.com/business/ct-biz-tesla-elon-musk-sp500-20201221-i3udv6vv7reg7pp2hr-zu5eyjjq-story.html> (20.12.2020).
- Kugoth, J. 2020. „Gesetzentwurf: Wo Roboshuttles rollen sollen“, *Tagesspiegel Background*, 11.5.2020. <https://tinyurl.com/y2h7lwx9> (1.9.2020).
- Kuhn, T. 1979. „Metaphor in Science“, in *Metaphor and Thought*, hg. v. A. Ortony. Cambridge: Cambridge University Press, 533–542.
- Matthaei, R., A. Reschka, J. Rieken, F. Dierkes, S. Ulbrich, T. Winkle und M. Maurer 2015. „Autonomes Fahren“, in *Handbuch Fahrerassistenzsysteme*, hg. v. H. Winner, S. Hakuli, F. Lotz und C. Singer. Wiesbaden: Springer Vieweg, 1139–1165.
- Marx, K. 1890/1962. *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie in 3 Bänden, Band 1: Der Produktionsprozess des Kapitals*, hg. v. F. Engels. Berlin: Dietz.
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuven und I. Banerjee 2020. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*. Berlin: Springer Vieweg.
- Rogers, C. 2015. „Google Sees Self-Driving Car on Road Within Five Years“, *The Wallstreet Journal*, 14.1.2015. <https://www.wsj.com/articles/google-sees-self-drive-car-on-road-within-five-years-1421267677> (1.9.2020).
- SFCTA (San Francisco County Transportation Authority) 2018. „TNCs & Congestion. Final Report“. <https://tinyurl.com/y6w76ta6> (15.9.2020).

- Sheikh, N. 2018. „Applying a Hybrid Network Approach to Deployment of Self-Driving Mobility Services“, Automated Vehicle Symposium. <https://tinyurl.com/uhwbt3k> (15.9.2020).
- Simonite, T. 2016. „Prepare to be Underwhelmed by 2021's Autonomous Cars“, *MIT Technological Review*. 23.8.2016. <https://www.technologyreview.com/2016/08/23/157929/prepare-to-be-underwhelmed-by-2021s-autonomous-cars/> (1.9.2020).
- Soike, R., J. Libbe, M. Konieczek-Woger und E. Plate 2019. „Räumliche Dimensionen der Digitalisierung. Handlungsbedarfe für die Stadtentwicklungsplanung. Ein Thesenpapier“, Sonderveröffentlichung. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik.
- Soteropoulos, A., M. Berger und F. Ciari 2019. „Impacts of automated vehicles in travel behaviour and land use: An international review of modelling studies“, in *Transport Reviews* (39) 1, 29–49.
- Stickler, A. 2020 „Die Aushandlung einer vorherrschenden Narration zur automatisierten und vernetzten Mobilität in Europa“, in *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*, hg. v. M. Mitteregger, E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuven und I. Banerjee. Berlin: Springer Vieweg, 91–93.
- Wang, C. 2016. „Self-driving cars are coming, and the technology promises to save lives“, *The Guardian*, 17.12.2015. <https://www.theguardian.com/technology/2015/dec/17/self-driving-cars-safety-future-interactive> (15.12.2020).
- Waymo 2016. „Say hello to Waymo“, YouTube-Video, 13.12.2016. <https://www.youtube.com/watch?v=uHbMt6WDhQ8> (1.9.2020).

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





## 2 Automatisiertes und vernetztes Fahren: Berücksichtigung des lokalen, räumlichen Kontextes und räumliche Differenzierung

Emilia M. Bruck, Aggelos Soteropoulos

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>Räumliche Differenzierung und Raumtypen</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>Räumliche Wirkungsweisen des automatisierten Fahrens</b>	<b>10</b>
3.1	Primäre räumliche Wirkungen	12
3.2	Sekundäre räumliche Wirkungen	12
<b>4.</b>	<b>Räumliche differenzierte Wirkungsweisen des automatisierten Fahrens</b>	<b>14</b>
	<b>Literatur</b>	<b>15</b>

---

Emilia M. Bruck

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (IFOER)  
emilia.bruck@tuwien.ac.at

Aggelos Soteropoulos

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)  
aggelos.soteropoulos@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021

M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und  
planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_2)

# 1. EINLEITUNG

Die Beiträge der vorliegenden Anthologie behandeln Raumwirkungen sowie Steuerungs- und Planungsansätze auf kommunaler und regionaler Ebene. Hierbei erweist es sich als unumgänglich, die räumlichen Voraussetzungen ländlich geprägter Gemeinden und Regionen von jenen der urbanen Zentren und Großstädte zu unterscheiden. Ländliche sowie urbane Räume sind nicht homogen, sondern vielschichtige Gebiete mit unterschiedlichen siedlungsstrukturellen, naturräumlichen und infrastrukturellen Ausstattungen, Funktionen und Herausforderungen (VCÖ 2019: 9). Ihre Charakteristika schaffen unterschiedliche Ausgangslagen für den Einsatz des automatisierten und vernetzten Fahrens und wirken in Folge auf dessen räumliche Effekte, die sich in einzelnen Gebieten lokal spezifisch ausprägen werden.

Räumliche Strukturen und Mobilitätsverhalten (Modal Split, Motorisierungsgrad, CO<sub>2</sub>-Emissionen) sowie wirtschaftliche und infrastrukturelle Gegebenheiten sind nur einige der Faktoren, welche die Voraussetzungen für den Einsatz automatisierter Anwendungsformen bestimmen. Ob der Differenzen ist zu berücksichtigen, dass Handlungsansätze für die Mobilitäts- und Siedlungsentwicklung auch in Hinblick auf das automatisierte Fahren nur bedingt von urbanen Zentren auf Regionen und ländliche Räume übertragbar sein werden. Eine räumlich differenzierte Betrachtung kann dazu beitragen, mögliche Wirkungsweisen vor dem Hintergrund lokaler Gegebenheiten zu prüfen und planerisches Handeln entsprechend anzupassen.

Voraussetzung hierfür ist die Anerkennung der raumbildprägenden wechselseitigen Wirkungsbeziehung zwischen Verkehrsmittel und Siedlungsentwicklung sowie Straßenräumen und Stadtgestalt (Angerer/Hadler 2005; Mitteregger et al. 2020: 67). So wie die Einführung der Eisenbahn oder des Automobils zu einem historischen Wandel der Erreichbarkeiten und der Siedlungsentwicklung geführt hat, so birgt auch das automatisierte und vernetzte Fahren das Potential, öffentliche Räume, Orts- und Landschaftsbilder sowie Siedlungsstrukturen grundlegend zu verändern. Umgekehrt kann eine Veränderung in der Raumnutzung bzw. der Siedlungsstruktur zu einer Änderung der Erreichbarkeitsverhältnisse und in Folge auch zu einer relativ schnellen Adaptierung der Mobilitätsaktivitäten führen (Wegener/Fürst 1999; Bertolini 2012, 2017). Inwieweit sich die Wirkungen neuer Verkehrsmittel und Verkehrsinfrastrukturen räumlich manifestieren, wird je nach siedlungsstrukturellem Kontext variieren: So besteht beispielsweise ein Zusammenhang zwischen der Wirksamkeit von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen, dem Entwicklungsgrad des Siedlungsgebiets und dessen aktueller Erreichbarkeit.

Während in Gebieten hoher Erreichbarkeit und/oder bereits stark entwickelter Siedlungsstruktur Sättigungseffekte bei der Verbesserung der Erreichbarkeit auftreten, sind in wenig entwickelten Gebieten stärkere Effekte durch neue Verkehrsinfrastrukturen oder neue Verkehrsmittel zu erwarten, da die Erreichbarkeit erkennbar gehoben werden kann (Kasraian et al. 2016, Mitteregger et al. 2020). Für ein differenziertes Verständnis von räumlichen Veränderungen in Wechselwirkung mit neuen Mobilitätsformen sind Siedlungs- und Infrastrukturräume sowohl in ihren funktionalen und strukturellen Unterschieden als auch in ihrem historischen Kontext, den jeweiligen Entstehungsbedingungen, spezifisch wahrzunehmen, um auf Defizite und Potentiale gezielt eingehen zu können. Letztlich gilt es auch, die Abhängigkeit zwischen räumlichen Entwicklungsprozessen und Planungs-, Mobilitäts- sowie Siedlungspolitik zu nennen – siehe dazu Teil 4 „Governance“ in diesem Band.

## 2. RÄUMLICHE DIFFERENZIERUNG UND RAUMTYPEN

Zum Zweck der Analyse bedarf es nicht nur in der Raum- und Stadtplanung sowie der Raumordnung, sondern ebenso in der Politik sowie der Wirtschaft einer Abgrenzung und Kategorisierung des Raumsystems. Seit dem frühen zwanzigsten Jahrhundert wurde für die Differenzierung von Raumtypen eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden entwickelt, um auf Basis einheitlicher Kriterien räumliche Kategorien zu bilden. Jüngere Ansätze umfassen beispielsweise Raumtypen laut dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR 2010), Verkehrsraumtypen (Matthes/Gertz 2014) oder eine Urban-Rural-Typologie (Statistik Austria 2017). Die Verfahren unterscheiden sich zumeist in ihrer Berücksichtigung von (a) funktionalen Merkmalen, wie beispielsweise den Verkehrsströmen, Pendlerströmen und Versorgungsbeziehungen, sowie (b) Strukturmerkmalen, wie beispielsweise den Ausdehnungen des bebauten Gebietes, der Morphologie, der Bevölkerungs- und Arbeitsplatzdichte, der demographisch-soziologischen Bevölkerungsstruktur oder den Erwerbstätigenanteilen in Wirtschaftssektoren.

Während die Differenzierung von Siedlungsgebieten sich klassischerweise insbesondere mit der Frage nach der Abgrenzung von Stadt, Umland und ländlichem Raum befasst, betrachten andere Modelle die innere Gliederung des sogenannten Stadt-Land-Kontinuums (vgl. Borsdorf/Bender 2010: 250). Mit der *Stadtregion* lieferte insbesondere Boustedt (1953, 1970, 1975) im deutschsprachigen Raum eine wesentliche Grundlage für die Differenzierung von Raumeinheiten innerhalb von Stadtregionen. Das Modell basiert auf einer Kombination aus verschiedenen funktionalen Merkmalen (Verflechtungsgrad) und Strukturmerkmalen (Einwohnerzahl, Bevölkerungsdichte, Agrarquote) und diente als Basis für die spätere Konzeption der „Verdichtungsräume“, die zuletzt 1993 für Deutschland erneuert wurden (Borsdorf/Bender 2010).

Angesichts fortschreitender Zersiedelungstendenzen erweist sich der Gegensatz zwischen urbanen und ländlichen Gebieten allerdings als immer weniger produktiv. Zielführender scheint es, unterschiedliche Konstellationen des Urbanen oder unterschiedliche urbane Intensitäten zu differenzieren (Kretz/Kueng 2016). Zu den Ansätzen, die sich von einem traditionellen Verständnis der Stadt-Land-Dichotomie abwenden, zählen unter anderem die seit 1986 entwickelten „siedlungsstrukturellen Gebietstypen“ (Borsdorf/Bender 2010). Hierbei werden auf Basis der Einwohnerdichte sieben Regionstypen differenziert, die drei Grundtypen („Agglomerationsräume“, „Verstädterte Räume“ und „Ländliche Räume“) zugeordnet werden. Auch die vom BBSR entwickelten Raumtypen 2010 dienen einer flächendeckenden Typisierung des Raumes und sehen von einer Abgrenzung nach administrativen Grenzen ab. Ihre Klassifizierung beruht auf den drei Basisstrukturmerkmalen der Siedlungsstruktur (Bevölkerungsdichte und Siedlungsflächenanteil), Lage (Erreichbarkeit und Zentralität) und Wirtschaftskraft (BBSR 2010).

Im Rahmen der bisherigen Betrachtungen zu räumlichen Wirkungsweisen des automatisierten und vernetzten Fahrens wurde diese Art der räumlichen Differenzierung kaum berücksichtigt. Der Fokus lag bisher weitgehend auf einer makroskopischen Modellierung räumlicher und verkehrlicher Wirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens und dahingehend insbesondere auf städtischen Gebieten (Soteropoulos et al. 2019).

### 3. RÄUMLICHE WIRKUNGSWEISEN DES AUTOMATISIERTEN FAHRENS

In den vergangenen Jahren wurde eine Reihe von Studien zu den möglichen räumlichen Wirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens veröffentlicht. Eine vielzitierte Grundlage liefert die Forschungsarbeit von Milakis et al. (2017), wonach die Wirkungsweisen des automatisierten Fahrens in primäre, sekundäre und tertiäre Effekte unterteilt werden können:

- **Primäre Effekte:** Verkehrsaufkommen (Straßenkapazität/Staubildung und Fahrleistung, i. e. gefahrene Fahrzeugkilometer), Zeitvorteile (Zeitwahrnehmung und Reisekomfort) und Verkehrsmittelwahl
- **Sekundäre Effekte:** Fahrzeugbesitz, Standortwahl und Flächennutzung, Verkehrsinfrastruktur
- **Tertiäre Effekte:** Energieverbrauch (Treibstoffeinsparungen), Umweltbelastung, Verkehrssicherheit, soziale Gerechtigkeit, Wirtschaft und Gesundheit

Speziell die verkehrlichen und räumlichen Wirkungen des automatisierten Fahrens wurden in zahlreichen Simulationsstudien untersucht (Soteropoulos et al. 2019). Dabei liegt der Fokus oftmals auf der szenarienbasierten Modellierung möglicher Veränderungen in der Verkehrsnachfrage, der Siedlungsstruktur und der Flächennutzung, die durch unterschiedliche Faktoren bedingt werden, wie den Wandel in der Verkehrsleistung, den Modal Split, den Parkplatzbedarf sowie die Standortwahl von Haushalten und Betrieben.

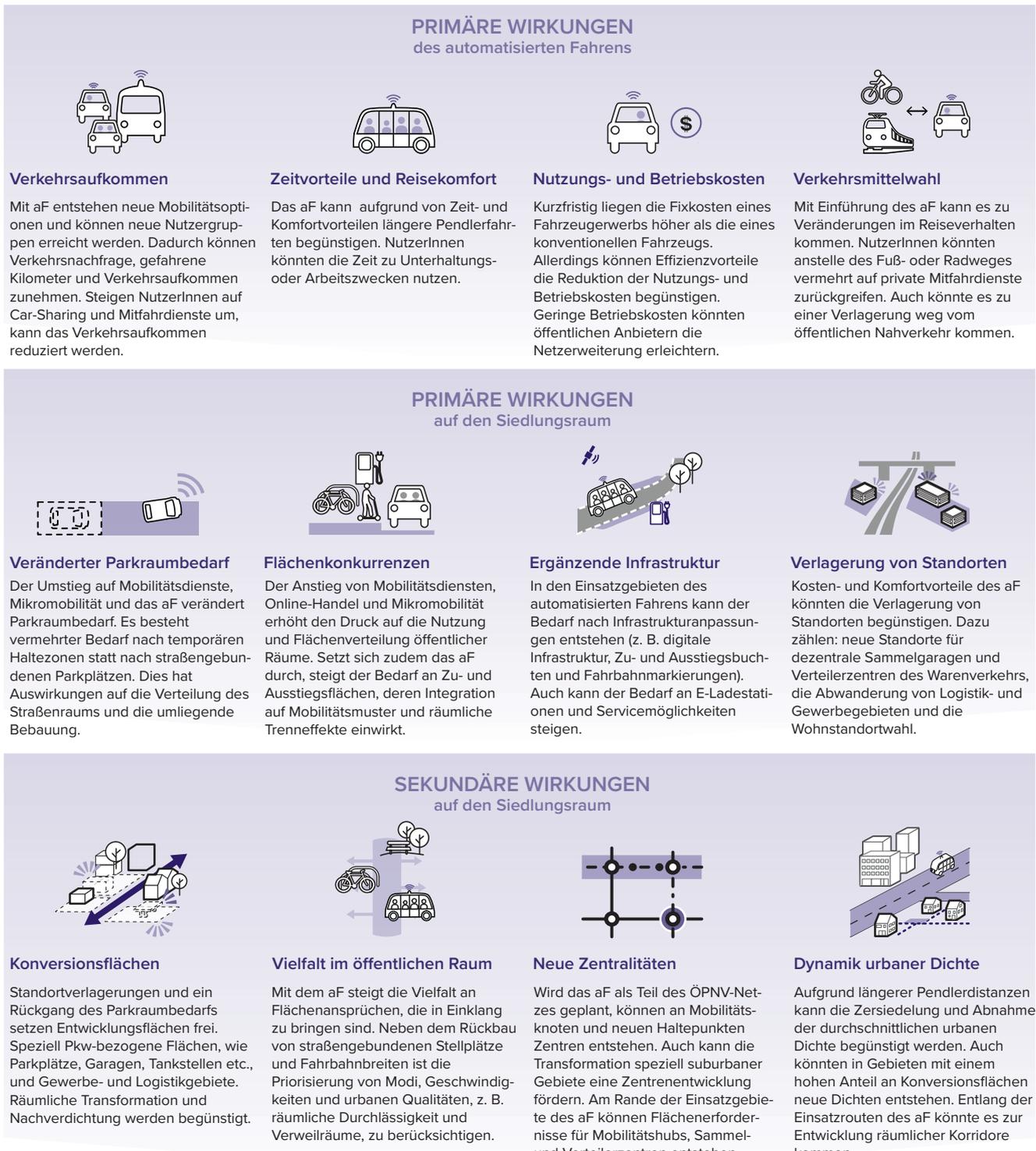
Während frühere Studien und Modellierungen meist von einem Zustand der vollständigen Durchdringung hochautomatisierter Fahrzeuge im SAE-Level 5 ausgehen (SAE 2018), wird er in späteren Studien vermehrt in Frage gestellt (Mitteregger et al. 2020, Soteropoulos et al. 2020). Stattdessen rückt eine längerfristige Phase des Übergangs in das Zentrum der Betrachtung, wonach unterschiedliche Automatisierungsgrade je nach Umfeldbedingungen zugelassen und in Mischverkehrsszenarien zum Einsatz kommen werden (siehe Beitrag 1 von Mitteregger und Banerjee in diesem Band). Die räumlichen Wirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens sind von der jeweiligen Angebotsart, der Siedlungsstruktur und dem Straßenraum sowie (geltenden) planungspolitischen Zielsetzungen abhängig. Auch gliedert sich die Entwicklung der Automatisierung in einen technologischen und organisatorischen Wandel der Mobilitätssysteme ein, durch den die Voraussetzungen für spätere Nutzungsweisen geschaffen werden. Dazu zählen beispielsweise das Car- und Ride-Sharing oder auch die Veränderungen im Logistik- und Warenverkehr (Beckmann/Brügger 2013, Gerdes/Heinemann 2019 sowie Beitrag 7 von Leerkamp et al. in diesem Band).

Die raumbezogenen Veränderungen, zu denen das automatisierte Fahren beitragen könnte, umfassen demnach den Wandel (1) des Parkens (z. B. straßengebundene Stellplätze, Parkplatzflächen, Parkgaragen), (2) der straßenräumlichen Flächenansprüche (z. B. Zu- und Ausstiegsbereiche etc.), (3) der erforderlichen Infrastruktur (z. B. digitale Vernetzung, Fahrbahnmarkierungen etc.) und (4) der Standortwahl von Betrieben und Haushalten. Da durch die genannten Veränderungen weiterführende Entwicklungen im Städtebau ebenso wie in der Siedlungsstruktur angestoßen werden können, lassen sich auch die räumlichen Folgen des automatisierten und vernetzten Fahrens in primäre und sekundäre Wirkungen einordnen (Abb. 1).

**Abbildung 1:** Wirkungen des automatisierten Fahrens (aF) auf die Raumentwicklung

## Automatisiertes Fahren

meint alle jene Angebotsformen, für die digital vernetzte und automatisierte Fahrzeuge zum Einsatz kommen, die ggf. elektrisch betrieben sind.



Quelle: Bruck nach Larco/Tierney (2020), Streckler et al. (2019) und Mitteregger et al. (2020)

### 3.1 PRIMÄRE RÄUMLICHE WIRKUNGEN

Eine der viel genannten räumlichen Folgen ist beispielsweise der Rückgang des Parkraumbedarfs, der durch eine geringere Fahrzeuganzahl im Gesamtverkehr bedingt werden könnte. Allerdings steht speziell dieser Effekt in Abhängigkeit zu einer hohen Anzahl von Ride-Sharing-Fahrten oder zumindest der flächendeckenden Durchsetzung von Car-Sharing (Zhang et al. 2015, Soteropoulos et al. 2019). Das Freiwerden von Parkplätzen ist demnach auf die künftige Akzeptanz der Mobility as a Service (MaaS) im Allgemeinen zurückzuführen. Würden die bereits heute verfügbaren geteilten Fahrtendienste nicht nur an Zuspruch gewinnen, sondern auch einen weitreichenden Verzicht privater Automobile zur Folge haben, so könnte dies die Rückgewinnung öffentlicher Räume begünstigen. Als konkrete Folge des automatisierten Fahrens wird allerdings die Standortverlagerung von Parkhäusern und Sammelgaragen angenommen. Würden in ausgewählten Stadträumen und Straßenzügen temporäre Zu- und Ausstiegsbereiche ausreichend bereitgestellt werden (siehe Beitrag 8 von Bruck et al. in diesem Band), so könnten Parkplätze reduziert und stattdessen in dezentralen Sammelgaragen gebündelt werden. Je nach Anbieterform und Flächenverfügbarkeit würden dazu unterschiedliche Standorte in Frage kommen (Lewis/Anderson 2020: 104).

Veränderungen im Straßenraum betreffen zudem die Flächenkonkurrenz zwischen unterschiedlichen Modi und Anbietern, die in Anbetracht steigender Lieferverkehre, plattformbasierter Fahrtendienste und von Angeboten der Mikromobilität bereits heute den Druck auf öffentliche Räume erhöhen (siehe Beitrag 8 von Bruck et al. sowie Beitrag 9 von Martin et al. in diesem Band). Auch könnte der automatisierte Verkehr räumliche Trennwirkungen begünstigen, da aufgrund einer Zunahme der gefahrenen Kilometer sowie einer Verstetigung des Verkehrsflusses die Querung von Straßenräumen für Zufußgehende und Radfahrende erschwert wird und an Durchlässigkeit verlieren könnte (Ghielmetti et al. 2017; siehe Beitrag 5 von Soteropoulos in diesem Band).

In beiderlei Hinsicht wird wesentlich sein, dass die Anforderungen für eine sichere Interaktion zwischen Verkehrsmodi mit jenen der räumlichen Verträglichkeit und Qualität in Einklang gebracht werden. Ergänzende Verkehrsinfrastrukturen umfassen sowohl jene der digitalen Infrastruktur (z. B. GPS, Satelliten, einheitliche Straßenkarten, „geo-fencing“ etc.) als auch baulich-materielle Infrastrukturvorkehrungen wie die Einrichtung von Zu- und Ausstiegsbereichen im öffentlichen Raum, an Mobilitätsknoten und Bahnhöfen (siehe Beitrag 8 von Bruck et al. in diesem Band). Im Sinne einer ressourcenschonenden Flächenentwicklung stellt insbesondere die Umnutzung bestehender Infrastrukturen (z. B. straßengebundene Stellplätze, Park-and-ride-Anlagen etc.) das Potential geringerer Flächenerfordernisse im Fall einer geteilten automatisierten Mobilität dar.

Letztlich wird davon ausgegangen, dass es in der Stadtregion zu einer Lageveränderung von Industrie- und Gewerbestandorten kommen könnte, die insbesondere entlang von höherrangigen und vom automatisierten und vernetzten Fahren frühzeitig erschlossenen Verkehrsachsen angesiedelt sind (Lewis/Anderson 2020, Mitteregger et al. 2020). Angestoßen durch heutige Entwicklungen im Onlinehandel ist es möglich, dass künftig kleinteilige und dezentrale Verteilerzentren in innerstädtischen Gebieten notwendig werden, währenddessen suburbane Logistikbetriebe weiter abwandern könnten. Zugleich könnten Vorteile des Reisekomforts, der Zeitersparnis und der Wirtschaftlichkeit dazu beitragen, dass längere Pendlerdistanzen in Kauf genommen werden und Arbeitsstätten ebenso wie Haushalte abwandern (Milakis et al. 2017, Litman 2020).

### 3.2 SEKUNDÄRE RÄUMLICHE WIRKUNGEN

Zu den sekundären Wirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens zählen in weiterer Folge u. a. freiwerdende Entwicklungs- und Konversionsflächen. So könnte die Automatisierung auf die Serviceorientierung im Mobilitäts- und Verkehrssystem („Shared Mobility“, Mobility as a

Service) verstärkend wirken und dazu beitragen, dass nicht nur einzelne Parkplätze freiwerden, sondern der Flächenbedarf für sämtliche automobilbezogene Funktionen, insbesondere in Gewerbegebieten und Stadtrandlagen, in denen sie meist lokalisiert sind, zurückgehen könnte (siehe Beitrag 15 von Mitteregger und Soteropoulos in diesem Band). Speziell das Freiwerden dieser Flächenreserven bietet das Potential für räumliche Transformationen (Bruck 2019). Planungspolitische Maßnahmen, wie die Erneuerung von Stellplatzregulativen, die Umwidmung monofunktionaler Strukturen und der Fokus auf die Innenentwicklung, könnten in zuvor vernachlässigten Gebieten neue Entwicklungen anstoßen. Kommen diese in Abstimmung mit Einsatzgebieten des automatisierten und vernetzten Fahrens zur Anwendung, könnte speziell im Umfeld von Umstiegspunkten die räumliche Verdichtung begünstigt werden.

Automatisiertes und vernetztes Fahren verschärft darüber hinaus die Dringlichkeit, Vielfalt im öffentlichen Raum zu wahren und entsprechende Steuerungs- und Gestaltungsansätze zu setzen. Schon heute sind immer diversere Flächenansprüche (steigende Vielfalt an Verkehrsmitteln, Aufenthaltsbedarf, Erfordernisse der Klimaanpassung etc.) in Einklang zu bringen, weshalb davon auszugehen ist, dass mit der Einführung des automatisierten und vernetzten Fahrens der Nutzungsdruck im öffentlichen Raum weiter steigen wird. Ohne planungspolitische Maßnahmen würde das automatisierte und vernetzte Fahren zu einer erschwerten fußläufigen Durchlässigkeit von Straßenräumen beitragen. Würden sich allerdings hohe Besetzungsraten und das geteilte Fahren durchsetzen, besteht das Potential, straßengebundene Stellplätze rückzubauen und Fahrbahnbreiten zu schmälern sowie die Priorisierung von Modi, Geschwindigkeiten und Nutzungsformen grundsätzlich neu zu denken.

Werden Anwendungen des automatisierten und vernetzten Fahrens in diesem Sinne als Teil des öffentlichen Verkehrsnetzes geplant, könnte sich dies auf die Zentrenentwicklung und räumliche Konzentrationen auswirken. Bereits durchgeführte Studien zeigen dahingehend positive Wirkungstendenzen hinsichtlich lokaler Urbanisierungsprozesse und innerstädtischem Bevölkerungswachstum (Soteropoulos et al. 2019, WEF 2018).

Insbesondere an Haltepunkten, Mobilitätsknoten und neuen Mobilitätshubs ist mit einem Anstieg der Zentralitäten zu rechnen, die mittels entsprechender Planungsschwerpunkte zu fördern wären. Zudem kann auch die bereits genannte Umwidmung von Siedlungsstrukturen, die bislang monofunktional und durch automobilbezogene Funktionen geprägt waren, einen Wandlungsimpuls für neue Zentrenentwicklungen liefern. Langfristig kann eine Verlagerung räumlicher Dichten angenommen werden, die sich in Form von räumlichen Korridoren innerhalb der Einzugsbereiche des automatisierten und vernetzten Fahrens ausprägen könnte (Larco/Tierney 2020: 123).

Die genannte Verlagerung könnte sich nicht zuletzt in Form einer Standortdynamik und Veränderung von Siedlungsdichten ausprägen – insbesondere, wenn automatisierte und vernetzte Fahrzeuge (avF) nicht als Teil des öffentlichen Verkehrs eingesetzt werden. Dominiert der Nutzen automatisierter Privatfahrzeuge, könnte die stadregionale Zersiedelung begünstigt werden (Milakis et al. 2017, Litman 2020). Dahingehend ist anzunehmen, dass periphere Gebiete an Zuwachs gewinnen, währenddessen zentrale Gebiete aufgrund der Abwanderung bestimmter Nutzungen an Dichte verlieren könnten (Larco/Tierney 2020: 122).

Die Ungewissheit dieser Entwicklungspfade beruht nicht zuletzt auf der Erwartung, dass die kommenden Jahrzehnte von einer Gleichzeitigkeit unterschiedlicher Automatisierungsgrade und Anwendungsformen geprägt sein werden. Zudem lässt die räumliche Komplexität europäischer Straßenräume und die kostenintensive Aufrüstung vorhandener Infrastrukturnetze darauf schließen, dass die Einführung von avF auf ausgewählte Netzabschnitte und besonders geeignete Bereiche beschränkt sein wird (Mitteregger et al. 2020, Soteropoulos et al. 2020).

## 4. RÄUMLICHE DIFFERENZIERTE WIRKUNGSWEISEN DES AUTOMATISIERTEN FAHRENS

Besonders in Anbetracht einer langen Phase des Übergangs gilt es zu beachten, dass die genannten Wirkungsweisen nicht in allen Siedlungsstrukturen und Stadträumen und nicht im selben Ausmaß zum Tragen kommen werden. Ein Blick auf den heutigen Einsatz von „Transportation Network Companies“ (TNCs) zeigt, dass die Technologie besonders in dichten, urbanen Zentren und unter wohlhabenden NutzerInnen zuerst Anklang fand. Dieser Aspekt ist insofern auch für das automatisierte Fahren lehrreich, als dass Ride-Sharing-Modelle in Gebieten hoher Dichte und auf kurzen Distanzen zwischen Quell- und Zielort am effizientesten zu betreiben sind. Je höher die Nutzerdichte, desto mehr Fahrten können mit weniger Fahrzeugen gebündelt werden (vgl. Larco/Tierney 2020). Andererseits werden die ersten Pilotprojekte selbstfahrender Minibusse und Fahrtendienste bevorzugt in suburbanen bis ländlichen Räumen getestet, da breite Straßennetze, niedrige Umweltkomplexität und geringe Verkehrsaufkommen technologische Erprobungen begünstigen. Auch stellt die Zubringerfunktion automatisierter Minibusse eine bevorzugte Angebotsform aus Sicht der städtischen Verkehrsbetriebe und Planungsämter dar.

Einzelne der bisher durchgeführten Studien zu automatisiertem Fahren betonen die räumliche Differenzierung der Wirkungsweisen des automatisierten Fahrens und den Punkt, dass diese unterschiedlich zum Ausdruck kommen werden. So beschäftigten sich beispielsweise Zhang und Wang (2020) sowie Kondor et al. (2020) mit den Wirkungen von avF-Sharing auf den Parkraumbedarf und die Flächennutzung. In den Studien konnte für die betrachteten Stadtregionen (Atlanta und Singapur) gezeigt werden, dass sich die Veränderungen ungleichmäßig vom Stadtkern bis zu den Vororten auswirken würden. Auch andere Studien (z. B. Legêne et al. 2020, Gelauff et al. 2017, Zhang 2017, Thakur et al. 2016) konnten ungleich verteilte Wirkungen von avF auf die Flächennutzung in Städten bzw. Stadtregionen aufzeigen.

Um Potentiale und Risiken räumlicher Entwicklungspfade zu konkretisieren, werden weitere Studien benötigt, die die räumlich differenzierten Wirkungsweisen des automatisierten Fahrens berücksichtigen und das Ausmaß potentieller Wirkungen in unterschiedlichen Stadtstrukturen und Gebieten aufzeigen. Damit sind nicht nur die oben genannten Veränderungen in der Flächennutzung oder des Parkraumbedarfs gemeint, sondern ebenso der potentielle Wandel im öffentlichen Raum oder Transformationen bestimmter Gebietstypen. Im Rahmen dieses Sammelbands widmen sich einzelne Beiträge dieser Aufgabe und behandeln einige der zuvor angeführten Wirkungsweisen vor dem Hintergrund unterschiedlicher Siedlungsstrukturen und Stadträume. Der Beitrag von Mitteregger und Soteropoulos (siehe Beitrag 15 in diesem Band) macht dies beispielsweise explizit für die Wirkungen von avF hinsichtlich freiwerdender Entwicklungs- und Konversionsflächen deutlich. Bruck et al. (siehe Beitrag 8 in diesem Band) differenzieren die Betrachtung räumlicher Schnittstellen im öffentlichen Raum je nach Siedlungsstrukturen, während Soteropoulos (siehe Beitrag 5) die Verträglichkeit und die räumlichen Trennwirkungen des automatisierten Verkehrs in unterschiedlichen Straßenträumen untersucht.

## LITERATUR

- Angerer, F., und G. Hadler 2005. „Folgen und Wirkungen des Verkehrs – Städtebauliche Folgen“, in *Stadtverkehrsplanung. Grundlagen, Methoden, Ziele* 2, 152–159.
- BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung) 2010. „Laufende Raumbeobachtung – Raumabgrenzungen. Raumtypen 2010“. Bonn. <https://tinyurl.com/yyp9cyea> (28.12.2020).
- Beckmann, J., und A. Brügger 2013. „Kollaborative Mobilität“, in *Internationales Verkehrswesen* 65, 57–59.
- Bertolini, L. 2012. „Integrating Mobility and Urban Development Agendas – A Manifesto“, in *disP – The Planning Review* (48) 1, 16–26.
- Bertolini, L. 2017. *Planning the Mobile Metropolis: Transport for People, Places and the Planet*. London: Palgrave/Red Grove Press.
- Bormann, O. 2014. „Aktuelle Verkehrslage – Von der Rückgewinnung urbaner Infrastruktur“, in *Architektur im Kontext*, hg. v. K. von Keitz und S. Voggenreiter. Berlin: Jovis, 96–108.
- Borsdorf, A., und O. Bender 2010. *Allgemeine Siedlungsgeographie*. Köln/Weimar/Wien: Böhlau.
- Boustedt, O. 1953. „Die Stadtregion. Ein Beitrag zur Abgrenzung städtischer Agglomerationen“, in *Allgemeines statistisches Archiv* 37, 13–26.
- Boustedt, O. 1970. „Stadtregionen“, in *Handwörterbuch der Raumforschung und Raumordnung*, hg. v. Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 2. Auflage. Hannover: Gebrüder Jänecke, 3207–3237.
- Boustedt, O. 1975. „Grundriß der empirischen Regionalforschung. Teil 1: Raumstrukturen“, *Taschenbücher zur Raumplanung Band 4*. Hannover: Hermann Schroedel.
- Bruck, E. M. 2019. „Automatisierte Mobilitätsdienste als Wandlungsimpuls für suburbane Räume?“, in *Broadacre city 2.0 – postfossil. Ein urbanistisches Szenario für 2050*, hg. v. J. Fiedler. Graz: Haus der Architektur.
- Gelauff, G., I. Ossokina und C. Teulings 2017. „Spatial effects of automated driving: dispersion, concentration or both?“, Working Paper, 18.9.2107. Download unter <https://tinyurl.com/2bsd2ttt> (28.12.2020).
- Gedes, J., und G. Heinemann 2019. „Urbane Logistik der Zukunft – ganzheitlich, nachhaltig und effizient“, in *Handel mit Mehrwert: Digitaler Wandel in Märkten, Geschäftsmodellen und Geschäftssystemen*, hg. v. G. Heinemann, H. M. Gehrckens und T. Täuber. Wiesbaden: Gabler, 397–420.
- Ghielmetti, M., R. Steiner, J. Leitner, M. Hackenfort, S. Diener und H. Topp 2017. „Forschungsprojekt SVI 2011/023 Flächiges Queren in Ortszentren: Langfristige Wirkung und Zweckmässigkeit“. Bern: Verkehrsteiner AG. <https://tinyurl.com/y8ys7453> (28.12.2020).
- Kasraian, D., K. Maat, D. Stead und B. van Wee 2016. „Long-term impacts of transport infrastructure networks on land-use change: An international review of empirical studies“, in *Transport Reviews* (36) 6, 772–792.
- Kondor, D., P. Santi, D.-T. Le, X. Zhang, A. Millard-Ball und C. Ratti 2020. „Addressing the ‚minimum parking‘ problem for on-demand mobility“, in *Scientific Reports* 10, 15885. Download unter <https://tinyurl.com/3yuvj25a> (28.12.2020).
- Kretz, S., und L. Kueng (Hrsg.) 2016. *Urbane Qualitäten – Ein Handbuch am Beispiel der Metropolitanregion Zürich*. Zürich: Edition Hochparterre.
- Larco, N., und G. Tierney 2020. „Impacts on Urban Design“, in *Multilevel Impacts of Emerging Technologies on City Form and Development*, hg. v. A. Howell und K. Lewis Chamberlain. Eugene, OR: University of Oregon, 115–141. <https://tinyurl.com/ybdh7udt> (28.12.2020).
- Legène, M. F., W. L. Auping, G. Correia und B. van Arem 2020. „Spatial impact of automated driving in urban areas“, in *Journal of Simulation* 14, 295–303. <https://tinyurl.com/yaxqvh3y> (28.12.2020).
- Lewis, R., und M. Anderson 2020. „Impacts on Land Use“, in *Multilevel Impacts of Emerging Technologies on City Form and Development*, hg. v. A. Howell und K. Lewis Chamberlain. Eugene, OR: University of Oregon, 97–113. <https://tinyurl.com/ybdh7udt> (28.12.2020).
- Litman, T. 2020. „Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning“. Victoria, BC: Victoria Transport Policy Institute. <https://www.vtpi.org/avip.pdf> (4.6.2020).
- Matthes, G., und C. Gertz 2014. „Raumtypen für Fragestellungen der handlungstheoretisch orientierten Personenverkehrsforschung“, *ECTL Working Paper* 45. Hamburg: TU Hamburg, Institut für Verkehrsplanung und Logistik.

- Milakis, D., B. van Arem und B. van Wee 2017. „Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research“, in *Journal of Intelligent Transportation Systems* (21) 4, 324–348.
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuven und I. Banerjee 2020. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*. Berlin: Springer Vieweg.
- SAE International 2018. „Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles – J3016“, 15.6.2018. <https://tinyurl.com/a5f53jus> (20.4.2020).
- Soteropoulos, A., M. Berger und F. Ciari 2019. „Impacts of automated vehicles on travel behaviour and land use: An international review of modelling studies“, in *Transport Reviews* (39) 1, 29–49.
- Soteropoulos, A., M. Mitteregger, M. Berger und J. Zwirchmayr 2020. „Automated drivability: Toward an assessment of the spatial deployment of level 4 automated vehicles“, in *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 136, 64–84.
- Statistik Austria 2017. „Urban-Rural-Typologie“. <https://tinyurl.com/6y3yjkrc> (4.6.2020).
- Steckler, B. 2019. „Navigating New Mobility: Policy Approaches for Cities“, *Urbanism Next Reports*, October 2019. Eugene, OR: Urbanism Next Center, University of Oregon. Download unter <https://scholarsbank.uoregon.edu/xmlui/handle/1794/25190> (1.12.2020).
- Thakur, P., R. Kinghorn und R. Grace 2016. „Urban form and function in the autonomous era“, *Australasian Transport Research Forum 2016 Proceedings*. Melbourne. <https://tinyurl.com/yblrqyu4> (28.12.2020).
- VCÖ (Verkehrsclub Österreich) 2019. „In Gemeinden und Regionen Mobilitätswende voranbringen“, VCÖ Mobilität mit Zukunft. <https://tinyurl.com/b2pcxdh5> (4.6.2020).
- WEF (World Economic Forum) 2018. „Reshaping Urban Mobility with Autonomous Vehicles: Lessons from the City of Boston“. <https://tinyurl.com/2w6um58r> (4.6.2020).
- Wegener, M., und F. Fürst 1999. „Land-Use Transport Interaction – State of the Art“, *Berichte aus dem Institut für Raumplanung* 46. Dortmund: TU Dortmund.
- Weidmann, U., R. Dorbritz, H. Orth, M. Scherer und P. Spacek 2011. „Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen. Schweizerische Eidgenossenschaft: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK. <https://tinyurl.com/uncz38rk> (4.6.2020).
- Zhang, W. 2017. „The interaction between land use and transportation in the era of shared autonomous vehicles: A simulation model“, Dissertation, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA.
- Zhang, W., und S. Guhathakurta 2018. „Residential Location Choice in the Era of Shared Autonomous Vehicles“, in *Journal of Planning Education and Research*, 1–14.
- Zhang, W., S. Guhathakurta, J. Fang und G. Zhang 2015. „Exploring the impact of shared autonomous vehicles on urban parking demand: An agent-based simulation approach“, in *Sustainable Cities and Society* 19, 34–45.
- Zhang, W., und K. Wang 2020. „Parking futures: Shared automated vehicles and parking demand reduction trajectories in Atlanta“, in *Land Use Policy* 91, 103963. <https://tinyurl.com/4h6er3dc>.

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





# 3 Automatisiertes und vernetztes Fahren im Kontext einer nachhaltigen Verkehrs- und Mobilitätswende

Andrea Stickler, Jens S. Dangschat, Ian Banerjee

1.	<b>Einleitung</b>	<b>18</b>
2.	<b>Definitionen der Begriffe Verkehr, Mobilität, Motilität sowie Verkehrs- und Mobilitätswende</b>	<b>18</b>
3.	<b>Innovationen der Verkehrswende (Shared Mobility, Mobility as a Service und automatisiertes und vernetztes Fahren)</b>	<b>20</b>
4.	<b>Die ambivalenten Wirkungen des automatisierten und vernetzten Verkehrs auf die Verkehrs- und Mobilitätswende</b>	<b>21</b>
5.	<b>Der Beitrag von automatisiertem und vernetztem Verkehr zur Verkehrs- und Mobilitätswende</b>	<b>22</b>
	<b>Literatur</b>	<b>22</b>

---

Andrea Stickler

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Soziologie (ISRA)  
andrea.stickler@tuwien.ac.at

Jens S. Dangschat

TU Wien, Forschungsbereich Soziologie (ISRA)  
jens.dangschat@tuwien.ac.at

Ian Banerjee

TU Wien, Forschungsbereich Soziologie (ISRA)  
ian.banerjee71@gmail.com

© Der/die Autor(en) 2021

M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_3)

# 1. EINLEITUNG

Die Frage, unter welchen Bedingungen der automatisierte und vernetzte Verkehr (avV) einen Beitrag zur Verkehrswende leisten kann, steht seit Beginn im Mittelpunkt des Forschungsinteresses der interdisziplinären Forschungsgruppe AVENUE21. Angesichts der globalen Herausforderungen sollten keine Technologien und Geschäftsmodelle zugelassen werden, die weiteren Verkehr erzeugen und städtische, ökologische und soziale Probleme des heutigen Verkehrssystems zusätzlich verschärfen (vgl. Mitteregger et al. 2020). Mit dem vorliegenden Sammelband werden Chancen und Risiken von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen im Kontext der Verkehrswende aufgezeigt und daraus Handlungsansätze vor allem für Politik und planende Verwaltungen abgeleitet. Einleitend werden die Grundbegriffe „Verkehr“, „Mobilität“, „Motilität“, „Verkehrswende“ und „Mobilitätswende“ definiert und die Bedeutung des avV im Kontext einer nachhaltigen Verkehrs- und Mobilitätswende reflektiert.

## 2. DEFINITIONEN DER BEGRIFFE VERKEHR, MOBILITÄT, MOTILITÄT SOWIE VERKEHRS- UND MOBILITÄTSWENDE

Obwohl die Begriffe Verkehr und Mobilität oft synonym verwendet werden, werden sie mit unterschiedlichen Bedeutungen in Verbindung gebracht. Unter dem Begriff Verkehr wird generell die Beförderung oder Ortsveränderung von Personen, Gütern und Nachrichten verstanden (vgl. Schopf 2001: 4–5; Canzler 2004: 342). „Verkehr“ bezeichnet damit die faktische und physische Bewegung von Personen und Gütern einschließlich der baulichen und infrastrukturellen Begleiterscheinungen (vgl. Wilde/Klinger 2017: 6). Der Begriff Mobilität (lat. „mobilitas“ = Beweglichkeit) verweist hingegen auf unterschiedliche Phänomene wie Prozesse des sozialen Aufstiegs (vertikale Mobilität) und des Wertewandels (horizontale Mobilität), den Wohnungswechsel, aber auch die Migration (vgl. Dangschat 2021). Im Kontext der Raumüberwindung wird darunter die Möglichkeit der Beweglichkeit verstanden, d. h. die Chance zu einer gewissen Unabhängigkeit von räumlichen Beschränkungen. In Abgrenzung zum Verkehrsbegriff betont der Mobilitätsbegriff die mit der beobachtbaren Ortsveränderung einhergehenden Fähigkeiten und Bedürfnisse. Typische Unterscheidungsmerkmale der beiden Begriffe und deren Verwendung in der Forschung wurden von Wilde und Klinger (2017: 7) zusammengefasst (siehe Übersicht 1).

Ein weiterer gängiger Begriff, der überwiegend in der sozialwissenschaftlichen Mobilitätsforschung verwendet wird, ist Motilität (engl. „motility“). Der Begriff Motilität stammt aus der Biologie und bedeutet die Beweglichkeit von Einheiten in einem System. Innerhalb der Mobilitätsforschung wird damit die Fähigkeit von Personen (aber auch Gütern oder Informationen) verstanden, im geographischen Raum mobil zu sein. In diesem Kontext werden häufig auch Aspekte sozialer Ungleichheit thematisiert (vgl. Kaufmann et al. 2004: 750). Die Motilität erschließt sich aus dem Zugang zu verschiedenen Mobilitätsformen und deren Reichweite, der Kompetenz, diese Zugänge wahrzunehmen, sie sich anzueignen und zu nutzen. Neben finanziellen und zeitlichen Restriktionen sowie Fertigkeiten wird bei der Betrachtung innovativer Mobilitätsangebote der ungleiche Zugang zu digitalen Medien, Endgeräten und Apps relevant („digital divide“).

**Übersicht 1:** Begriffliche Unterscheidung von Verkehr und Mobilität

<b>Verkehr</b>	<b>Mobilität</b>
Bewegung	Beweglichkeit
physisch	physisch, sozial, kulturell
Distanzen und Wege als zentrale Maßeinheit	Aktivitäten und Erreichbarkeit als zentrale Maßeinheit
eher aggregiert	eher individuell
häufig bauliche, infrastrukturelle und planerische Problemstellungen	eher soziale und psychologische Problemstellungen

Quelle: Wilde/Klinger (2017: 7)

Vor dem Hintergrund der weltweiten Klimakrise ist in den letzten Jahren die Dringlichkeit einer Verkehrs- oder Mobilitätswende immer deutlicher geworden. Der Verkehrssektor ist der einzige Bereich, in dem die Emissionen von CO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> nicht nur nicht rückläufig sind, sondern nach wie vor weiter ansteigen (vgl. Vieweg et al. 2018). Der Begriff Verkehrswende beinhaltet – in Anlehnung an die Definition der Agora Verkehrswende (2017) – sowohl die Forderung nach einer Mobilitätswende als auch einer Energiewende. Entscheidend ist, dass der Energieverbrauch gesenkt wird und dass der verbleibende Energiebedarf mit klimaneutraler Energie gedeckt wird. Während die Energiewende vor allem eine technische Herausforderung bedeutet, erfordert die Mobilitätswende eine neue Mobilitätskultur. Dabei ist es wichtig, das Angebot von integriertem Verkehr zu erweitern, um multimodales Verhalten zu erleichtern (vgl. Agora Verkehrswende 2017).

Eine etwas andere begriffliche Unterscheidung wird von Manderscheid (2020) vertreten: Sie unterscheidet zwischen Antriebs-, Verkehrs- und Mobilitätswende. Eine Antriebswende im Verkehrssektor kann analog zu der seit Anfang der 1990er Jahre vorangetriebenen Energiewende im Strom- und Wärmesektor verstanden werden, wobei Veränderungen im Bereich des Verkehrs deutlich stärker in die Alltagspraktiken und -wahrnehmungen vieler Menschen hineingreifen (vgl. Wissen 2019: 231–232f.). In Abgrenzung zur Antriebswende wird mit dem Begriff der Verkehrswende eine Reduzierung des Autobesitzes bzw. das Ersetzen des Privatautos durch andere Modi wie öffentlichen Verkehr, neue Mobilitätsdienstleistungen oder Radfahren und Zufußgehen bezeichnet. Die Mobilitätswende geht noch darüber hinaus. Mit ihr werden nicht nur die physischen Bewegungen von Menschen und Gütern im Straßenraum betont, sondern auch die virtuelle, symbolische und imaginierte Dimension von Bewegungen sowie die damit verknüpften Bedeutungen und Sinnhorizonte einbezogen (vgl. Manderscheid 2020 beziehungsweise auf Cresswell 2006 und Urry 2007).

**Übersicht 2:** Begriffliche Unterscheidung Antriebs-, Verkehrs- und Mobilitätswende

<b>Antriebswende</b>	<b>Verkehrswende</b>	<b>Mobilitätswende</b>
Wechsel der Antriebstechnologie (Elektro- oder Hybridmotor etc.)	Reduktion des Autobesitzes bzw. Ersetzen des Privatautos durch anderen Verkehrsmodi (ÖV, neue Mobilitätsdienstleistungen, Fuß- und Radverkehr)	Veränderung von physischen Bewegungen von Menschen und Gütern im Raum sowie veränderte virtuelle, symbolische und imaginierte Bewegungen

Quelle: eigene Darstellung nach Manderscheid (2020)

Die Ziele der Verkehrswende können in Schlagworten beschrieben werden: bessere Bedingungen für das Zufußgehen und Radfahren, mehr intermodale Angebote, d. h., verschiedene Verkehrsmittelangebote vernetzt nutzen zu können, und die Elektrifizierung des verbleibenden motorisierten Verkehrs<sup>1</sup> (vgl. Loske 2018). Eine nachhaltige Entwicklung mit dem Ziel einer „zero-emission mobility: clean, connected, competitive“ (STRIA 2019) im Verkehrs- und Mobilitätsbereich ernst zu nehmen, bedeutet also, dass es – neben technischen Herausforderungen der Energie- oder Antriebswende – zu tiefgreifenden Änderungen im Mobilitätsverhalten kommen muss. Sowohl Push- als auch Pull-Maßnahmen der integrierten Verkehrsplanung/-politik sind dahingehend erforderlich. In den letzten Jahren verstärkt sich deshalb u. a. der Druck auf Regierungen und Industrie, radikale Initiativen im Mobilitätsbereich voranzutreiben, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Damit Mobilität nachhaltiger organisiert werden kann, sollen drei Strategien wirken:

1. **Vermeiden** von nicht unbedingt notwendigen Verkehren,
2. **Verlagern** von Verkehren auf effiziente und umweltfreundliche Verkehrsträger und
3. **Verbessern** des Mobilitätsangebotes und der Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum.

Eine Verkehrswende ist darüber hinaus mit einem Mehrwert verbunden, der über den Klimaschutz hinausgeht: die Luft- und Lärmbelastung sollte verbessert werden, die Gesundheit und Aufenthaltsqualität öffentlicher Räume sind ebenfalls zu fördern (vgl. Agora Verkehrswende 2017: 91).

### 3. INNOVATIONEN DER VERKEHRSWENDE (SHARED MOBILITY, MOBILITY AS A SERVICE UND AUTOMATISIERTES UND VERNETZTES FAHREN)

In den letzten Jahren sind vermehrt organisatorische und technologische Innovationen im Mobilitätsbereich entstanden, die als Hoffnungsträger einer klimaverträglichen Mobilität angesehen werden. Soll der avV einen Beitrag zur Verkehrs- und Mobilitätswende leisten, müssen (automatisierte) Fahrzeuge emissionsfrei und in ein integriertes Mobilitätsdienstleistungskonzept (MaaS) eingebettet als Shared Mobility auf die Straße kommen (vgl. Lennert/Schönduwe 2017, Mitteregger et al. 2020). Doch gerade tiefgreifende Transformationsprozesse, also weitreichende Umwandlungen von Systemen, verlaufen nicht linear und sind komplex, wodurch viele Faktoren zusammenspielen müssen, damit Innovations- bzw. Umsetzungsprozesse erfolgreich sind (vgl. Kesselring 2020).

---

1 Bei der Diskussion über die batteriebetriebene Elektromobilität wird häufig die Verlagerung von Emissionen in den Globalen Süden, die Zerstörung von Naturlandschaften und Biodiversität und die Beeinträchtigung des Arbeits- und Lebensraumes der (oft indigenen) Bevölkerung durch den Abbau von Ressourcen ausgeblendet. Darüber hinaus wird innerhalb der politischen Strategien die Automobilität als gesellschaftlicher Kontext negiert (vgl. Dangschat/Stickler 2020, Manderscheid 2012).

Geels (2012) beschreibt mit der Multi-Level-Perspektive soziotechnische Systeme als ein Gefüge von drei Ebenen – „Nischen, Regime und Landschaften“ – und vereint damit strukturalistische und handlungszentrierte Ansätze. Technologische oder soziale Innovationen entstehen demnach in geschützten Nischen (z. B. innerhalb von Förderprogrammen), bevor einige von ihnen schrittweise adaptiert werden und sich in der Gesellschaft etablieren. Die Prozessperspektive ermöglicht es, verkehrliche Neuerungen, wie zum Beispiel die Einführung von MaaS-Angeboten, Shared Mobility oder E-Mobilität, systematisch nachzuvollziehen und dabei sowohl die Handlungslogiken der AkteurInnen als auch den Einfluss der strukturellen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen (vgl. Wilde/Klinger 2017: 18).

Mit dem avV sind technologische Innovationen verbunden, welche den Verkehr und unsere Mobilität radikal neu organisieren werden. Ein zunehmender Komfort durch die Automatisierung und Vernetzung ermöglicht es, die Reisezeit für andere Aktivitäten zu nutzen, die damit anders bewertet werden wird, was wiederum die Erreichbarkeit und damit auch die Verkehrsnachfrage beeinflusst (vgl. Soteropoulos et al. 2018). So ist es langfristig wahrscheinlich, dass sich der avV auch auf die Standortwahl für Haushalte und Unternehmen auswirken wird und damit Siedlungsstrukturen verändert werden. Mit verschiedenen Szenarien kann veranschaulicht werden, dass mit dem automatisierten Fahren zukünftig neue Verkehrsmodi entstehen werden, die das Verkehrssystem ergänzen oder auch die Nutzung etablierter Verkehrsmittel ablösen bzw. verdrängen können. Dabei besteht das Risiko, dass nachhaltige (verkehrspolitische) Entwicklungsziele aufgrund der neuen Qualitäten des privaten Kfz durch Zunahme der Zahl und Länge der Fahrten konterkariert werden (vgl. Berger et al. 2020).

## **4. DIE AMBIVALENTEN WIRKUNGEN DES AUTOMATISIERTEN UND VERNETZTEN VERKEHRS AUF DIE VERKEHRS- UND MOBILITÄTSWENDE**

Die Digitalisierung und Automatisierung wird die Mobilität wesentlich beeinflussen – nach allgemeinem Tenor des Mainstreams über mehr Verkehrssicherheit, höhere Energieeffizienz, verringerte Umweltbelastung und die Remobilisierung mobilitätseingeschränkter Personen überwiegend positiv (vgl. STRIA 2019). Zusätzlich könnten appgesteuerte oder plattformbasierte vernetzte Mobilitätsdienstleistungen zu einer weniger Pkw-affinen Multimodalität, also zur Nutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel innerhalb eines Weges und letztlich zu weniger motorisiertem Individualverkehr beitragen. Zu diesen „idealisierten“ Vorstellungen gibt es Gegenpositionen, dass durch das automatisierte und vernetzte Fahren mehr Verkehr entstehen wird, dass die Zersiedelung des Umlandes weiter forciert und dem öffentlichen Verkehr sowie der aktiven Mobilität in Form des Zufußgehens und Fahrradfahrens erhebliche zusätzliche Konkurrenz entstehen wird (vgl. Dangschat 2017b, 2019; Soteropoulos et al. 2019; Milakis et al. 2017). Zudem ist die Skepsis gegenüber dem automatisierten und vernetzten Fahren in Deutschland noch sehr hoch – vor allem bei Älteren und Frauen (vgl. Fraedrich/Lenz 2015).

Wenn politische EntscheidungsträgerInnen Anreize zu Verhaltensänderungen schaffen wollen, um die Verkehrswende zu unterstützen, dann sollten sie genauer darüber Bescheid wissen, welche potentielle Zielgruppe auf welche Anreizsysteme reagiert. Finanzielle Anreizsysteme sind zwar hilfreich, wenn sie stark ausfallen, doch sicherlich nicht maßgeschneidert für unterschiedliche Interessens- und Motivationskonstellationen in der Bevölkerung. Im Mobilitäts-

bereich ist es zusätzlich dringend notwendig, die regionalen, vor allem die Stadt-Land-Unterschiede des Verkehrssystems stärker zu berücksichtigen, wenn man eine möglichst autofreie Multimodalität erreichen möchte.

## 5. DER BEITRAG VON AUTOMATISIERTEM UND VERNETZTEM VERKEHR ZUR VERKEHRS- UND MOBILITÄTSWENDE

Der avV kann durchwegs einen wichtigen Beitrag zur Verkehrs- und Mobilitätswende leisten. Allerdings setzt das voraus, dass der Einsatz der Technologie entsprechend politisch-planerisch gesteuert und flankiert wird. Wie und unter welchen Bedingungen dies sinnvoll ist, wird in diesem Sammelband von verschiedenen AutorInnen noch näher diskutiert (siehe ausführlicher etwa in Beitrag 4 von Manderscheid, in Beitrag 6 von Soteropoulos et al., in Beitrag 11 von Eichholz und Kurth, in Beitrag 14 von Mitteregger et al. oder Beitrag 18 von Stickler in diesem Band).

Vorab können wir jedoch kurz auf einige Ansatzpunkte verweisen: Politik und planende Verwaltung stehen meist etwas ratlos vor der Frage, wie man das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung nachhaltiger gestalten kann. „Vermeiden“, „verlagern“ und „verbessern“ sind zwar entsprechende Stichworte, die bislang jedoch kaum konsequent umgesetzt werden. Das politisch-planerische Vorgehen reduziert sich meist auf pauschale ökonomische Instrumente im Rahmen einer komplexen Landschaft von Lock-in-Effekten – in Form von Steueranreizen, wie der Pendlerpauschale und Eigenheimförderung, autogerechten Siedlungsstrukturen sowie einer verfehlten Ansiedlungspolitik von Fachmarkt- und Einkaufszentren etc. – und einem Festhalten am Bild des Automobils als Symbol des sozialen Aufstiegs und der Distinktion einschließlich dessen Modernisierung durch die Automatisierung und Vernetzung (vgl. Dangschat 2019). Um die oben angesprochenen Ziele einer Verkehrs- und Mobilitätswende zu erreichen, reichen technologische Entwicklungen wie der avV allein nicht aus. Vielmehr muss sich auch das Mobilitätsverhalten der Menschen diesen Zielen anpassen. Dieses kann u. a. durch eine klare politisch-planerische Priorisierung alternativer, postfossiler Verkehrsmodi unterstützt werden.

## LITERATUR

- Agora Verkehrswende 2017. „Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern. 12 Thesen zur Verkehrswende“. Berlin. <https://tinyurl.com/ycjsvvzd> (28.12.2020).
- Bamberg, S., M. Hunecke und A. Blöbaum 2007. „Social context, personal norms and the use of public transportation: Two field studies“, in *Journal of Environmental Psychology* (27) 3, 190–203.
- Berger, M., V. Sodl, L. Dörrzapf, C. Kirchberger und A. Soteropoulos 2020. „Herausforderung Mobilitäts- und Verkehrswende – Stärkung einer integrierten Betrachtung von Raum und Verkehr sowie Wissenschaft und Praxis“, in *50 Jahre Raumplanung an der TU Wien. Studieren – Lehren – Forschen. Jahrbuch Raumplanung 2020*, hg. v. T. Dillinger, M. Getzner, A. Kanonier und S. Zech. Wien: Neuer Wissenschaftlicher Verlag, 258–273.
- Canzler, W. 2004. „Wege aus der ‚verfahrenen‘ Verkehrspolitik?“, in *Informationen zur Raumentwicklung* 6, 341–350.

- Cresswell, T. 2006. *On the Move: Mobility in the Modern Western World*. New York/London: Routledge.
- Dangschat, J. S. 2017a. „Wie bewegen sich die (Im-)Mobilen? Ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Mobilitätsgenese“, in *Verkehr und Mobilität zwischen Alltagspraxis und Planungstheorie. Ökologische und soziale Perspektiven*, hg. v. M. Wilde, M. Gather, C. Neiberger und J. Scheiner. Wiesbaden: Springer VS, 25–52.
- Dangschat, J. S. 2017b. „Automatisierter Verkehr – was kommt da auf uns zu?“, in *Zeitschrift für Politikwissenschaft (ZPol)* 27, 493–507.
- Dangschat, J. S. 2019. „Gesellschaftlicher Wandel und Mobilitätsverhalten“, in *Nachrichten der ARL* 01/2019, 8–11.
- Dangschat, J. S. 2021. „Wohnen und Mobilität“, in *Wohnen – interdisziplinäre Positionen und Perspektiven*, hg. v. C. Hannemann, N. Hilti und C. Reutlinger. Stuttgart: Fraunhofer. Im Druck.
- Dangschat, J. S., und A. Stickler 2020. „Kritische Perspektiven auf eine automatisierte und vernetzte Mobilität“, in: *Jahrbuch StadtRegion 2019/2020, Schwerpunkt: Digitale Transformation*, hg. v. C. Hannemann, F. Othengrafen, J. Pohlan, B. Schmidt-Lauber, R. Wehrhahn und S. A. Güntner. Wiesbaden: Springer, 53–74.
- European Commission 2018. „10. Clean, Connected and Competitive Mobility“. Brüssel. [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/initiative\\_10\\_mobility\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/initiative_10_mobility_en.pdf) (28.12.2020).
- Fraedrich, H., und B. Lenz 2015. „Gesellschaftliche und individuelle Akzeptanz des autonomen Fahrens“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 638–660.
- Geels, Frank W. 2012. „A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies“, in *Journal of Transport Geography* 24, 471–482.
- Götz, K. 2007. „Mobilitätsstile“, in *Handbuch Verkehrspolitik*, hg. v. O. Schöller, W. Canzler und A. Knie. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 759–784.
- Hunecke, M. 2015. *Mobilitätsverhalten verstehen und verändern. Psychologische Beiträge zur interdisziplinären Mobilitätsforschung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kaufmann, V., M. M. Bergman, und D. Joye 2004. „Motility: Mobility as Capital“, in *International Journal of Urban and Regional Research* (28) 4, 745–756.
- Kesselring, S. 2020. „Reflexive Mobilitäten“, in: *Das Risiko – Gedanken über und ins Ungewisse. Interdisziplinäre Aushandlungen des Risikophänomens im Lichte der Reflexiven Moderne. Eine Festschrift für Wolfgang Bonß*, hg. v. H. Pelizäus und L. Nieder. Wiesbaden: Springer VS, 155–193.
- Lennert, F., und R. Schönduwe 2017. „Disrupting Mobility: Decarbonising Transport?“, in *Disrupting Mobility. Impacts of Sharing Economy and Innovative Transportation on Cities*, hg. v. G. Meyer und S. Shaheen. Basel: Springer International Publishing, 213–238.
- Loske, R. 2018. „Klimafreundliche Mobilität für alle. Wo bleibt die Verkehrswende?“, in *Neue Gesellschaft Frankfurter Hefte* 4, 25–28. <https://www.frankfurter-hefte.de/artikel/klimafreundliche-mobilitaet-fuer-alle-2051/> (28.12.2020).
- Manderscheid, K. 2012. „Automobilität als raumkonstituierendes Dispositiv der Moderne“, in *Die Ordnung der Räume. Geographische Forschung im Anschluss an Michel Foucault*, hg. v. H. Füller und B. Michel. Münster: Westfälisches Dampfboot, 145-178.
- Manderscheid, K. 2020. „Antriebs-, Verkehrs- oder Mobilitätswende? Zur Elektrifizierung des Automobildispositivs“, in *Baustelle Elektromobilität*, hg. v. A. Brunnengräber und T. Haas. Berlin: transcript, 37–68.
- Milakis, D., B. van Arem und B. van Wee 2017. „Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research“, in *Journal of Intelligent Transportation Systems* (21) 4, 324–348.
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuven und I. Banerjee 2020. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*. Berlin: Springer Vieweg.
- Schopf, J. M. 2001. „Mobilität & Verkehr – Begriffe im Wandel“, in *Wissenschaft & Umwelt Interdisziplinär* 3, 3–11.
- Soteropoulos, A., M. Berger und F. Ciari 2018. „Impacts of automated vehicles in travel behaviour and land use: An international review of modelling studies“, in *Transport Reviews* (39) 1, 29–49.

- Soteropoulos, A., A. Stickler, V. Sodl, M. Berger, J. S. Dangschat, P. Pfaffenbichler, G. Emberger, E. Frankus, R. Braun, F. Schneider, S. Kaiser, H. Wakolbinger und A. Mayerthaler 2019. „SAFiP – System-szenarien Automatisiertes Fahren in der Personenmobilität. Endbericht“. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. [https://projekte.ffg.at/anhang/5cee1b11a1eb7\\_SAFiP\\_Ergebnisbericht.pdf](https://projekte.ffg.at/anhang/5cee1b11a1eb7_SAFiP_Ergebnisbericht.pdf) (2.2.2020).
- STRIA (Strategic Transport Research and Innovation Agenda) 2019. *Roadmap on Connected and Automated Transport: Road, Rail and Waterborne*. Brüssel: Europäische Kommission.
- Urry, J. 2007. *Mobilities*. Cambridge: Polity Press.
- Vieweg, M., D. Bongardt, C. Hochfeld, A. Jung, E. Scherer, R. Adib und F. Guerra 2018. „Towards Decarbonising Transport 2018. A 2018 Stocktake on Sectoral Ambition in the G20“, Report on behalf of Agora Verkehrswende and Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Download unter <https://tinyurl.com/yatbpjqw> (28.12.2020).
- Wilde, M., und T. Klinger 2017. „Integrierte Mobilitäts- und Verkehrsforschung: zwischen Lebenspraxis und Planungspraxis“, in *Verkehr und Mobilität zwischen Alltagspraxis und Planungstheorie. Ökologische und soziale Perspektiven*, hg. v. M. Wilde, M. Gather, C. Neiberger und J. Scheiner. Wiesbaden: Springer VS, 5–25.
- Wissen, M. 2019. „Kommodifizierte Kollektivität? Die Transformation von Mobilität aus einer Polanyi'schen Perspektive“, in *Große Transformation? Zur Zukunft moderner Gesellschaften, Sonderband des Berliner Journals für Soziologie*, hg. v. K. Dörre, H. Rosa, K. Becker, S. Bose und B. Seyd. Wiesbaden: Springer VS, 231–244.

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



# TEIL I

## Mobilität und Verkehr

Aggelos Soteropoulos, Martin Berger

Automatisierte Fahrzeuge werden die Mobilität, wie wir sie heute kennen, grundlegend verändern. Doch welche Bereiche der Mobilität, z. B. öffentlicher Verkehr oder Güterverkehr, werden durch das automatisierte Fahren wie beeinflusst? Welche Entwicklungen sind hier aktuell sichtbar? Wie geht die Verkehrs- und Stadtplanung mit dem automatisierten Fahren um und wie kann es einen Beitrag vor dem Hintergrund der Klimakrise leisten? Die AutorInnen im Teil „Mobilität und Verkehr“ widmen sich in ihren Beiträgen den oben angeführten Fragen. Sie nehmen spezifische und vertiefte Einblicke in die genannten Themen und Fragestellungen vor, die sie auch im Zusammenhang mit möglichen Handlungsvorschlägen aus der Sicht von Verkehrs- und Stadtplanung diskutieren.

Katharina Manderscheid diskutiert in ihrem Beitrag *Selbstfahrende Wende oder automobile Kontinuität?* mögliche Rollen selbstfahrender Fahrzeuge im Rahmen verschiedener Formen des aktuellen Wandels des Verkehrsgeschehens. Dabei unterscheidet sie die Antriebs- und Automatisierungs-, die Verkehrs- und die Mobilitätswende. Sie macht deutlich, dass die Technologie selbstfahrender Fahrzeuge an sich noch keine Definition des Verkehrs und der gesellschaftlichen Mobilität der Zukunft darstellt, sondern nur ein Element innerhalb eines komplexen Aushandlungsprozesses in Politik, Ökonomie und Gesellschaft abbildet. Zukünftig ist daher von Bedeutung, dass bei den Vorstellungen von gesellschaftlichen Mobilitätszukünften mit selbstfahrenden Fahrzeugen nicht nur die Interessen und Visionen einzelner größerer Industrien und Player, sondern auch die weniger „lautstark“ vertretenen Visionen berücksichtigt werden.

Mit dem Beitrag *Automatisierung, öffentlicher Verkehr und Mobility as a Service: Erfahrungen aus Tests mit automatisierten Shuttlebussen* geben Aggelos Soteropoulos, Emilia Bruck und Martin Berger einen Überblick, wie der öffentliche Verkehr mit automatisierten Fahrzeugen aussehen kann. Die AutorInnen legen dabei einen spezifischen Fokus auf automatisierte Shuttlebusse, die derzeit im Rahmen von Projekten mit automatisierten Fahrzeugen im öffentlichen Verkehr vorrangig getestet werden. In Form einer vergleichenden Analyse werden ausgewählte Testprojekte mit automatisierten Shuttlebussen dargestellt und anschließend zwei Testprojekte näher vertieft: Am Beispiel des Projekts „autoNV OPR“ in Ostprignitz-Ruppin in Deutschland beleuchten dabei Arne Holst und Alexander Egoldt technische und rechtliche Aspekte beim Test automatisierter Shuttlebusse im öffentlichen Verkehr. Zoltán László stellt dann am Beispiel des Projekts „MyShuttle“ in Zug in der Schweiz Aspekte des Betriebes und der Integration automatisierter Shuttlebusse in den öffentlichen Verkehr dar. Außerdem zeigen die Beispiele auf, worauf zukünftige Testprojekte mit automatisierten Shuttlebussen im öffentlichen Verkehr verstärkt einen Fokus legen sollten.

Bert Leerkamp, Aggelos Soteropoulos und Martin Berger widmen sich in ihrem Beitrag *Zustellroboter als Lösung für die letzte Meile in der Stadt?* der Rolle von Zustellrobotern im Bereich des städtischen Güterverkehrs. Zunächst beschreiben die Autoren die unterschiedlichen Arten von Zustellrobotern und geben einen Überblick zu aktuellen Tests. Anhand der bisherigen Erfahrungen von Tests mit gehwegtauglichen Zustellrobotern diskutieren sie deren Potentiale als Lösung für die letzte Meile, jedoch auch deren Risiken. Gleichfalls leiten die Autoren planerische Implikationen ab und beschreiben, warum eine frühzeitige Auseinandersetzung bzw. ein frühzeitiges „planerisches“ Mitdenken der Zustellroboter für die Verkehrs- und Stadtplanung von besonderer Bedeutung ist.

In dem Beitrag *Automated Drivability und straßenräumliche Verträglichkeit im Stadt-Land-Kontinuum am Beispiel der Stadtregion Wien* beleuchtet Aggelos Soteropoulos die Rolle des Straßenraums bei der Betrachtung der verkehrlichen Wirkungen des automatisierten Fahrens. Anhand von Fallbeispielen von Gemeinden in der Stadtregion Wien stellt er zunächst die technisch-infrastrukturelle Eignung von Straßenräumen für automatisierte Fahrsysteme dar. Anschließend analysiert der Autor in ausgewählten Straßenräumen bestimmter Gemeinden, welche Anzahl an Fahrzeugen verträglich ist. Ausgehend von beiden Analysen diskutiert er, welche Straßenräume sich für das automatisierte Fahren sowohl aus technisch-infrastruktureller Sicht als auch aus der Sicht der Verträglichkeit mit Umfeldnutzungen des Straßenraums eignen und welche nicht.



# 4 Selbstfahrende Wende oder automobiler Kontinuität? Überlegungen zu Technologie, Innovation und sozialem Wandel

Katharina Manderscheid

1.	<b>Einleitung</b>	<b>28</b>
2.	<b>Technologische Innovation und gesellschaftlicher Wandel</b>	<b>29</b>
3.	<b>Antriebs- und Automatisierungs-, Verkehrs- oder Mobilitätswende?</b>	<b>33</b>
4.	<b>Zukunftsvorstellungen und Zukunftsgestaltungen</b>	<b>36</b>
	<b>Literatur</b>	<b>37</b>

---

Katharina Manderscheid  
Universität Hamburg, Fachbereich Sozialökonomie, Fachgebiet Soziologie  
katharina.manderscheid@uni-hamburg.de

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_4)

# 1. EINLEITUNG

Das Automobil gehört zu den zentralen Kennzeichen moderner industrialisierter Gesellschaften und symbolisiert gesellschaftlichen Fortschritt und individuellen Wohlstand. In den Ländern der westlichen Welt nehmen die Anzahl privater Autos bezogen auf die EinwohnerInnen sowie die täglich mit dem Auto zurückgelegten Distanzen immer noch zu. Im Jahr 2018 gab es in Deutschland 568 Personenkraftfahrzeuge pro 1 000 EinwohnerInnen (Umweltbundesamt 2019b) und im Durchschnitt legte vor der Corona-Pandemie<sup>1</sup> jede Person 29 von täglich 39 Kilometern mit dem Auto als FahrerIn oder BeifahrerIn zurück (Nobis/Kuhnimhof 2018: 46). Ganz offensichtlich besteht zwischen wirtschaftlichem Wachstum und dem Wachstum von Güter- und Personenverkehr ein enger Zusammenhang (Altvater 2007: 787; Verron et al. 2005: 7).

Inzwischen gilt der motorisierte Individualverkehr, insbesondere der Autoverkehr basierend auf dem sogenannten „Driver-car“ (Dant 2004), auch als Sinnbild der ökologischen Nichtnachhaltigkeit der modernen Lebensweise und stößt in den Städten immer deutlicher an Grenzen. Nicht erst seit deutsche Gerichte den Gesundheitsschutz über die Interessen von Dieselauto-Fahrenden stellen (z. B. Verwaltungsgericht Stuttgart, 2017) bzw. seit den Pariser Klimaschutzzielen (vgl. Umweltbundesamt 2019a) sind die negativen Implikationen des motorisierten Individualverkehrs und insbesondere dessen fossilen Antriebs auf die politische Agenda gerückt. In der Tat ist der motorisierte Straßenverkehr (neben dem Flugverkehr) in der Europäischen Union der einzige Sektor, dessen CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Verhältnis mit dem Vergleichsjahr 1990 zugenommen hat (European Commission 2017: 126, 134). Für Städte hat die große Zahl privater Autos aufgrund ihres hohen Platzbedarfs für Straßen- und Abstellflächen eine weitere drängende Problemdimension. Der Flächenbedarf steht vor allem in prosperierenden Metropolen in stärker werdendem Konkurrenzdruck mit Flächenansprüchen des Langsam- und Aktivverkehrs sowie für Erholungs-, Aufenthalts- und Wohnnutzungen. Vor diesem Hintergrund wird inzwischen allgemein die Notwendigkeit eines Wandels von Mobilität und Verkehr konstatiert. Bereits jetzt lassen sich verschiedene Entwicklungstrends beobachten, die als Anzeichen des Wandels begriffen werden können. Offen ist hingegen, in welche Richtung der Wandel in diesem Sektor gehen wird, wie tiefgreifend dieser Wandel werden muss oder sein darf und wie dieser Wandel initiiert werden kann.

Mit dem Ziel, die aktuellen Entwicklungen im Bereich der selbststeuernden Verkehrstechnologie und Mobilität differenzierter zu beleuchten, wird im Folgenden zunächst das Verhältnis von technologischer Innovation und gesellschaftlichem Wandel aus soziologischer Perspektive betrachtet. Am Beispiel verschiedener Prototypen autonomer Fahrzeuge wird illustriert, dass Technologien eng mit spezifischen Vorstellungen des Sozialen verwoben sind. Gesellschaft wird jedoch nicht einfach von Technologieentwicklungen gewandelt, vielmehr zeigt nicht zuletzt die Geschichte des Automobils, dass technologische Innovationen auf politisch geschaffene Rahmenbedingungen und eine Integration in soziale Praktiken angewiesen sind. Daran anschließend werden idealtypisch drei Formen eines Wandels des Verkehrsgeschehens unterschieden: (1) eine Antriebs- und Automatisierungswende, die primär eine technologische Weiterentwicklung des gegenwärtigen Automobilitätsdispositivs darstellt (Manderscheid 2012), (2) eine Verkehrswende, in der neben dem privaten Auto andere Verkehrsmittel eine zunehmende Rolle spielen, und (3) eine Mobilitätswende, die die Treiber, Dynamiken und Zwänge räumlicher Distanzüberwindungen und Beschleunigungen in den Blick nimmt. Für jeden Typus des Wan-

---

1 Die Veränderungen des Verkehrsverhaltens während und unmittelbar nach dem Lockdown werden in einer Studie von Infas (infas/Motiontag 2020) untersucht. Ob das Verkehrsverhalten in naher Zukunft zurück zu den alten Verteilungen gehen wird, darf bezweifelt werden.

dels werden im Folgenden mögliche Rollen selbstfahrender Fahrzeuge diskutiert. Dadurch wird deutlich, dass die Technologie selbststeuernder Fahrzeuge an sich noch keine Definition des Verkehrs und gesellschaftlicher Mobilität der Zukunft, sondern nur ein Element innerhalb eines komplexen Aushandlungsprozesses in Politik, Ökonomie und Gesellschaft abbildet.

## 2. TECHNOLOGISCHE INNOVATION UND GESELLSCHAFTLICHER WANDEL

In der politischen und öffentlichen Diskussion um die Zukunft des Verkehrs stehen technische Lösungen im Zentrum. Von neuen Entwicklungen im Bereich der Fahrzeugtechnologie werden die Bearbeitung der negativen Effekte des Status quo oder Impulse für einen mehr oder weniger fundamentalen gesellschaftlichen Wandel erwartet. Dabei werden Technologie und Innovation als quasi extragesellschaftliche Kräfte verstanden, die von außen mehr oder weniger direkt auf das Soziale einwirken und das Verhalten der Individuen verändern. Ein Hindernis auf dem Weg technologischer Lösungen wird immer wieder in der Akzeptanz neuer Technologien durch die Bevölkerung gesehen (Fraedrich/Lenz 2015). Teils wird versucht, Akzeptanz mit Informations- und Werbestrategien oder sozialwissenschaftlichen Begleitmaßnahmen herzustellen.

Autonome oder selbstfahrende Autos gelten als eine technologische Innovation, von der ein wichtiger Beitrag zur Lösung der gegenwärtigen Verkehrsprobleme erwartet wird (z. B. Vaid 2018). Der Ersatz der Fahrerin bzw. des Fahrers durch die automatisierte Steuerung des Fahrzeugs soll dessen Einsatz für die PassagierInnen und für andere Verkehrsteilnehmende sicherer machen, eine effiziente Fahrweise und damit einen niedrigen Spritverbrauch gewährleisten, durch präzisere Fahr- und Parkweise den Platzbedarf und Staus verringern sowie die Zahl der Fahrzeuge insgesamt reduzieren. Dabei wird die Automatisierung von Fahrzeugen und Verkehr selbst als Faktum der Zukunft weitgehend akzeptiert. Die gesellschaftspolitischen und sozialwissenschaftlichen Diskussionen konzentrieren sich vor allem auf ethische Fragen, Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung und politische Herausforderungen (Dangschat 2017, Goodall 2019, Lenz/Fraedrich 2015a, Schreurs/Steuwer 2015, Thomopoulos/Givoni 2015).

Eine andere Sichtweise auf das Verhältnis von Innovation und sozialem Wandel findet sich hingegen in der Techniksoziologie, die Technologie in ihrer Entwicklung, ihrer Form und Potentialität, ihrer gesellschaftlichen Bedeutung und der prinzipiell kontingenten Nutzung als gesellschaftlich versteht (z. B. Blättel-Mink 2006, Rammert 2010). Entwicklung, Ausbreitung und Nutzung technologischer Innovationen werden hier als mehrdimensionaler sozialer Prozess verstanden, der keineswegs einfach plan- und vorhersehbar ist (z. B. Elias 1995). Für die Frage, was autonome Fahrzeuge für den Verkehr und damit das Soziale bedeuten, folgt aus diesen techniksoziologischen Überlegungen zunächst die Notwendigkeit, das Blickfeld zu erweitern und die vielfältigen Wechselverhältnisse von sozialer und technischer Entwicklung zu beleuchten.

Bereits in die Entwicklung von Technologien gehen bestimmte Problemverständnisse, Wertvorstellungen und Annahmen über Zielgruppen ein. Aus Sicht einer sozialwissenschaftlichen Technikforschung werden technologische Artefakte – und damit auch Fahrzeuge – nicht als rein materiell-technische Objekte gesehen, sondern auch als Ausdruck spezifischer gesellschaftlicher Annahmen, Wertvorstellungen und Problemwahrnehmungen. Die Sozialwissenschaftlerin Madeleine Akrich beschreibt die soziale Dimension von Technik mit dem Begriff des Skripts:

*„[W]hen technologists define the characteristics of their objects, they necessarily make hypotheses about the entities that make up the world into which the object is to be inserted. Designers thus define actors with specific tastes, competences, motives, aspirations, political prejudices, and the rest, and they assume that morality, technology, science, and economy will evolve in particular ways. A large part of the work of innovators is that of ‚inscribing‘ this vision of (or prediction about) the world in the technical content of the new object. I will call the end product of this work a ‚script‘ or a ‚scenario‘“ (Akrich 1992: 207f)*

Gerade der diversifizierte Automarkt ist hier Ausdruck der vielfältig differenzierten Zielgruppen und angenommenen Nutzungsmuster: Neben Business-Limousinen oder Sportwagen rangieren Familienautos, Kastenwagen sowie Klein- und Kleinstautos (Wajcman 1994). Mit der im soziotechnischen Skript enthaltenen mehr oder weniger klar definierten Zielgruppe gehen Annahmen über deren räumliche Umwelt und den breiteren gesellschaftlichen Kontext einher. Hierbei beeinflussen neben den entwickelnden IngenieurInnen auch öffentliche Diskurse, mediale Darstellungen und dadurch geformte Wahrnehmungen in der Gesellschaft dieses Skript.

In den Skripten der autonom fahrenden Autos lassen sich verschiedene und unterschiedlich akzentuierte Narrative finden, wie ein Vergleich der Marketingvisualisierungen verschiedener autonom fahrender Fahrzeuge zeigt (vgl. Manderscheid 2018): Der wahrscheinlich erste breit bekannte Prototyp eines selbstfahrenden Autos war das Google-Auto Firefly (Google Self-Driving Car Project 2014), dessen Entwicklung zwischenzeitlich jedoch gestoppt wurde. Mit diesem Prototyp formuliert Google den Anspruch, den städtischen Verkehr *sozial inklusiver* und *sicherer* zu gestalten – durch die Reduzierung der menschlichen Agency. Die soziale Inklusion meint dabei die Mobilisierung vormals nichtautomobiler Personengruppen aufgrund physischer Einschränkungen – beispielsweise Blinde oder Ältere. Soziale Inklusion erfolgt in diesem Narrativ technisch vermittelt durch individuelle Auto-Mobilität, die die einzelne Person sozial und zeitlich unabhängig von ihrem Kontext macht. An die Stelle anderer Personen, die fahren, oder zeitlicher Vorgaben von Fahrplänen tritt in diesem Skript die autonom fahrende Technologie.

**Abbildung 1:** Googles Firefly



Das hier abgedruckte Bild ist explizit von der Creative Commons Lizenz des Textes ausgenommen. Die Rechte bleiben bei den Verfassern. Quelle: Shu (2015)

Ein zweites Narrativ selbstfahrender Autos besteht in der Zeitersparnis für die Individuen durch die Übernahme des Fahrens und die dadurch entstehende Möglichkeit, sich auf „das Wesentliche“ zu konzentrieren. Das Mercedes-Konzeptauto F 015 (Mercedes-Benz 2017) visualisiert dies beispielsweise als Businessmeetings, bei der Google-Tochter Waymo (2019) steht hingegen Familie, Freizeit und Geselligkeit während des Gefahren-Werdens im Vordergrund. Zudem sollen selbstfahrende Autos auch selbständig Alltagswege übernehmen können, die durch Einkäufe und Erledigungen, aber auch durch Bringen und Holen von Kindern entstehen (VW 2017, 2018).

In beiden Fällen wird das aktive Steuern des Fahrzeugs, das bislang ein wesentliches und identitätsstiftendes Element des Autofahrens war, als Zeitvergeudung und Belastung gedeutet. Die neue Technologie übernimmt hier die Aufgabe einer Chauffeurin bzw. eines Chauffeurs,

**Abbildung 2:** Das Mercedes-Konzeptauto F 015 (oben) und der VW Sedric (unten)



Die hier abgedruckten Bilder sind explizit von der Creative Commons Lizenz des Textes ausgenommen. Die Rechte bleiben bei den Verfassern. Quelle: oben Mercedes-Benz (2017); unten VW (2018)

verfügbar für einigermaßen wohlhabende Haushalte. Dadurch entstehen, so das Versprechen, neue Zeitfenster im prinzipiell hektischen Alltag.<sup>2</sup>

Die Technologie der vernetzten Selbststeuerung ist in ihrem Einsatz nicht auf Personenkraftwagen beschränkt, sondern wird auch für den öffentlichen Verkehr entwickelt. Selbstfahrende Busse werden in städtischen Kontexten (u. a. Helsinki, Hamburg, Berlin, Wien), auf Firmen- und Flughafenflächen (u. a. Flughafen Frankfurt am Main) sowie Universitätsgeländen getestet oder sind bereits im Einsatz. Aber auch für ländlichen Regionen verspricht der Ersatz des Fahrers bzw. der Fahrerin durch die Technik eine neue Möglichkeit der verkehrlichen Anbindung. Das heißt, aus der Technologie der Selbststeuerung selbst lässt sich der Einsatz in Personenkraftwagen nicht ableiten, denkbar sind auch größere Fahrzeuge wie Busse, Lastwagen o. Ä. In diesen Anwendungskontexten steht vor allem die an Wirtschaftlichkeit orientierte Kosteneinsparung durch den Ersatz des Fahrers oder der Fahrerin sowie der flexible, nachfragegesteuerte Einsatz im Vordergrund.

**Abbildung 3:** Ein Navya-Shuttle der Wiener Linien



Das hier abgedruckte Bild ist explizit von der Creative Commons Lizenz des Textes ausgenommen. Die Rechte bleiben bei den Verfassern. Quelle: Wiener Linien o. J.

Von diesen Skripten autonomer Fahrzeuge, die als gegenwärtige Vorstellungen zukünftigen Verkehrs verstanden werden können, kann nicht einfach auf entsprechende zukünftige Verkehrsgewohnheiten geschlossen werden (vgl. Grunwald 2009). Die tatsächliche Integration neuer Technologien in gesellschaftliche Zusammenhänge findet in mehrschichtigen Wechselverhältnissen statt. In der Tradition der Cultural Studies (vgl. During 2000) zeigen verschiedene Studien, dass

2 Im weiteren Sinne handelt es sich bei diesem Versprechen der Zeiteinsparung um eine Universalie technologischer Innovationen, die typischerweise Element einer mehrdimensionalen Beschleunigung des Alltags sind (Rosa 2005, Wajcman 2008).

NutzerInnen immer wieder in unvorhersehbarer Weise Technologien in den Alltag integrieren und neue Praktiken entwickeln. Beispiele sind Studien zur Verbreitung und der Entwicklung eigenlogischer Nutzungsmuster des Walkman (Du Gay et al. 1997) oder auch des Handys (Rettie 2008, Thulin/Vilhelmson 2007, Wajcman 2008). Diese Adaptionen passieren keineswegs einfach von selbst, sondern werden durch geschaffene Rahmenbedingungen flankiert. Die makrostrukturellen Prozesse der Integration technischer Innovationen in gesellschaftliche Kontexte werden im Ansatz der soziotechnischen Transition systematisch herausgearbeitet (Geels/Schot 2007, Kanger et al. 2019). Und auch die Geschichte des privaten Autos zeigt eindrücklich, dass der Prozess der Durchsetzung neuer Fahrzeugtechnologien komplex ist und maßgeblich durch politische Rahmenbedingungen und gesellschaftliche Bedeutungszuschreibungen gestützt wurde.

Diese gesellschaftspolitische Basis, die den Erfolg des Autos begründete, wird von verschiedenen Autoren herausgearbeitet (Dennis/Urry 2009, Kuhm 1997, Norton 2008, Paterson 2007), wodurch der Mythos einer „naturwüchsigen Ausbreitung“ des Autos, das auf bereits bestehende Bedürfnisse in der Bevölkerung traf, dekonstruiert wird. Vielmehr gingen der gesellschaftlichen Akzeptanz des Autos massiver Lobbyismus und politische Richtungsentscheidungen sowie der weitgehend öffentlich getragene Aufbau der entsprechenden Infrastrukturen, u. a. autogerechte Straßen und Stadtstrukturen, sowie die Schaffung und Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen und Institutionen voraus. Flankiert wurde diese Entwicklung durch den Rückbau öffentlicher Schienenfahrzeuge, die das Massenverkehrsmittel frühindustrieller Gesellschaften darstellten (Knie 2007: 51; vgl. Norton 2008). Weiterhin mussten die entsprechenden gesellschaftlichen Praktiken – Motorsport, Autoreisen, Praktiken des Einkaufens und der Freizeitgestaltung mit sowie soziale Distinktion über das Auto – entstehen (Gerhard 2000, Miller 2001, Peters 2006), sich die gesellschaftlichen Subjektivierungsweisen (Bonham 2006, Laurier et al. 2008, Manderscheid 2013) und damit verwobene Bedürfnis- und Begehrensstrukturen herausbilden. Das heißt, die konkrete Form der Automobilität, die uns gegenwärtig „natürlich“ und selbstverständlich erscheint, wurde in einem komplexen Zusammenspiel politischer, ökonomischer, materiell-räumlicher und gesellschaftlicher Kräfteverhältnisse hergestellt und lässt sich nicht allein aus der Potentialität der Technik des Autos ableiten. Die Art und Weise, wie Autos in die Gesellschaften der Gegenwart und den Alltag der Individuen integriert sind, entspricht dabei kaum mehr dem soziotechnischen Skript, das die Entwickler der ersten Fahrzeuge verfolgten.

Aus techniksoziologischer Perspektive lässt sich also weder aus der Potentialität der Technik noch aus den Intentionen und Vorstellungen der EntwicklerInnen eine in der Zukunft stattfindende Integration in gesellschaftliche Praktiken und Alltagsorganisationen ableiten. Die Verbreitung neuer Technologien wird vielmehr durch verschiedene Rahmenbedingungen gefördert, gelenkt oder erschwert und unterliegt zudem einem gesellschaftlichen Eigensinn der Bedeutungszuweisung und Entstehung neuer soziotechnischer Praktiken, die ex ante nicht zu antizipieren sind.

### **3. ANTRIEBS- UND AUTOMATISIERUNGS-, VERKEHRS- ODER MOBILITÄTSWENDE?**

In Bezug auf die Tiefe und Breite des Wandels im Verkehr lassen sich idealtypisch drei unterschiedlich tiefgehende Konzepte analytisch voneinander unterscheiden: (1) eine Antriebs- und Automatisierungs-, (2) eine Verkehrs- und (3) eine Mobilitätswende.<sup>3</sup> Diese drei Formen eines

---

3 Diese Unterscheidung habe ich in Manderscheid (2020) in Bezug auf E-Mobilität entwickelt.

Wandels im Straßenverkehr werden im Folgenden auf die darin möglichen Rollen selbstfahrender Fahrzeuge ebenso wie auf die entsprechenden politischen und gesellschaftlichen Möglichkeitsbedingungen untersucht. Vor dem Hintergrund der bisherigen Überlegungen soll diese Typologie jedoch keinesfalls als „Blaupause“ für die Herstellung entsprechender Zukünfte, sondern vielmehr als Aufzeigen der gesellschaftspolitischen Voraussetzungen, die über technologische Innovationen hinausgehen, verstanden werden.

Im Bereich der Personenmobilität fokussieren Politik und Unternehmen vor allem neue Antriebssysteme wie E- und Hybridtechnologien. In diesem Kontext spricht der deutsche Bundesverkehrsminister Scheuer explizit von einer „Antriebswende“, d. h. der schrittweisen Ersetzung von Verbrennungsmotoren durch solche, die über Wasserstoff, Brennstoffzellen oder elektrisch angetrieben werden (Gathmann/Traufetter 2018). Zusätzlich wird von autonomen Fahrzeugen bzw. der schrittweisen Einführung von diversen automatisierten Fahrassistenzsystemen eine effizientere Fahrweise und dadurch Sprit- und Emissionseinsparungen sowie vor allem höhere Verkehrssicherheit erwartet, was sich als *Automatisierungswende* beschreiben lässt. Automatisierte Sicherheitstechnik wie Abbiegeassistenten für Lkw, Brems-, Notfallspurhalte-, Geschwindigkeits- oder Rückfahrassistenzsysteme werden durch die EU-Verordnung 2019/2144 zu neuen Standards im Fahrzeugbau. Diese Innovationen können an eine lange Tradition technischer Verbesserungen für eine höhere Sicherheit im Straßenverkehr anknüpfen – von der einheitlichen Beleuchtung von Fahrzeugen und Geschwindigkeitsbegrenzungen auf den Straßen über Gurte für die Fahrzeuginsassen, verbesserte Bremsysteme bis zu Airbags und automatischen Unfallmeldungen. Die Einführung neuer Antriebs- und Assistenzsysteme wird gegenwärtig durch Rechtsverordnungen, den öffentlichen Ausbau entsprechender Infrastrukturen und finanzielle Anreize für den Kauf entsprechender Fahrzeuge gefördert. Diese politischen Maßnahmen zielen jedoch nicht auf einen grundsätzlichen Wandel, sondern auf die Weiterentwicklung der hegemonialen privatisierten Automobilität. Durchaus vorstellbar ist, dass die bereits jetzt schon bestehende Teilautomatisierung schrittweise weitergeführt wird und in einigen Jahren Personenfahrzeuge auch vollständig selbstfahrend im Straßenverkehr unterwegs sein werden. Solche vollautonomen privaten Fahrzeuge würden voraussichtlich zunächst der ökonomischen Elite eine Erweiterung ihres Aktionsradius im geographischen Raum ermöglichen, dadurch, dass die Reisezeit mit anderen Tätigkeiten als das Fahren verbracht werden kann. Damit würde die raumzeitliche Unabhängigkeit dieser sozialen Gruppe gesteigert, langfristig aber das soziale Leben unter Beibehaltung der privatisierten Automobilität insgesamt weiter beschleunigt werden (Manderscheid 2012, Rosa 2005). Denkbar ist außerdem, dass die gegenwärtig stattfindende Pandemiesituation eine maßgebliche Treiberin dieser Entwicklungsrichtung sein könnte.

Von einer Antriebs- und Automatisierungswende kann eine *Verkehrswende* unterschieden werden, die darauf zielt, bei gleichbleibender Gesamtmobilität den privaten Autoverkehr als Aggregat und in der individuellen Praxis durch andere, ökologisch verträglichere Modi zu ergänzen bzw. zu reduzieren. Vor allem in den großen Städten und Metropolregionen werden zunehmend die Nutzungen alternativer Verkehrsmittel gefördert – vom Ausbau des öffentlichen Verkehrs über die Förderung des sogenannten Aktivverkehrs (Fuß- und Fahrradverkehr), die Zulassung neuer Kleinstfahrzeuge wie E-Tretroller sowie das Angebot verschiedener Mobilitätsdienstleistungen (die sogenannte MaaS – Mobility as a Service). Zur MaaS gehören beispielsweise Car-Sharing-Angebote – stationsgebunden und „one-way“ (Lanzendorf/Hesbaker 2017: 137f.) – sowie appbasierte „Ride Hailing“-Dienste, d. h. Fahrdienste, die entlang individueller oder festgelegter Routen Einzelpersonen oder Gruppen mit ähnlichen Routen auf Anforderung chauffieren. Während derzeit öffentliche und private Fahrdienste durch eine FahrerIn oder einen Fahrer erbracht werden, wird in beiden Feldern bereits mit selbstfahrenden Fahrzeugen experimentiert (u. a. Lenz/Fraedrich 2015b). Diese politisch gewollte Ausweitung des urbanen Mobilitätsangebots zielt darauf und setzt gleichzeitig voraus, dass die NutzerInnen flexibel und spontan, in Abhängigkeit von Ort, Tageszeit, Wetter, Anlass und Ziel aus den verschied-

denen Angeboten eine passende Verkehrslösung zusammenbasteln (Lanzendorf/Hesbaker 2017: 145). Auf diese Weise könnte, so die These der VertreterInnen dieser Stoßrichtung, die Aufrechterhaltung des gegenwärtigen Umfangs von Verkehr im städtischen Raum auch jenseits der privaten Automobilität gewährleistet werden. Der Fokus des Wandels bezieht sich hier primär auf den städtischen Verkehr und dessen effiziente Organisation. Treiberin eines solchen Wandels ist die zunehmende Dysfunktionalität des privatisierten Autoverkehrs in Städten, während alternative Verkehrsmittel gleichzeitig gesellschaftlich und politisch an Attraktivität gewinnen. Selbstfahrende Fahrzeuge stellen dabei eine technologische Option dar, die zusammen mit ihrer Einbettung in Informations- und Kommunikationstechnologien den Wandel von einem Fahrzeug- hin zu einem Systemansatz im Straßenverkehr ermöglicht. In die Richtung systemisch vernetzter Mobilitätskonzepte zielen beispielsweise die Vorschläge der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität (NPM), die vor allem im Kontext von Digitalisierung und autonomen Fahrzeugen formuliert werden (NPM 2019: 46). Innerhalb eines solchen Paradigmenwechsel der Verkehrsleitbilder würde das elektrisch angetriebene selbstfahrende Auto als Element multimodaler Verkehrskonzepte und verknüpft mit der Energiewende verstanden werden und nicht länger als defizitär im Vergleich zum bis dato dominanten Benzinauto fungieren (Lenz/Fraedrich 2015b; Sauter-Servaes 2011: 37).

Von diesen beiden Transformationsperspektiven lässt sich drittens die *Mobilitätswende* unterscheiden, wobei im gesellschaftlichen Diskurs die Differenzierung zwischen Verkehrs- und Mobilitätswende häufig nicht trennscharf erfolgt. Mit der Verwendung des Mobilitäts- anstelle des Verkehrsbegriffs soll im vorliegenden Kontext betont werden, dass der Gegenstand umfassender zu denken ist und neben der empirisch beobachtbaren physischen Bewegung von Menschen und Gütern im Straßenraum auch virtuelle, symbolische und imaginierte Bewegungen sowie die damit verknüpften Bedeutungen und gesellschaftlichen Sinnhorizonte gemeint sind (vgl. Cresswell 2006, Urry 2007). Dieses erweiterte Verständnis von Bewegung entspringt der sozialwissenschaftlichen Mobilitätsforschung bzw. dem sogenannten „new mobilities paradigm“ (Sheller/Urry 2006). Aus dieser Blickrichtung wurde von verschiedenen AutorInnen herausgearbeitet, dass Automobilität – als System (Urry 2004), Regime (Böhm et al. 2006) oder Dispositiv (Manderscheid 2012) – seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts kein der Gesellschaft äußerliches, rein technisch-funktionales Element der Distanzüberwindung, sondern im Gegenteil, konstitutiv für die soziale und wirtschaftliche Dynamik sowie für die räumliche Organisation ist (Kuhm 1997, Paterson 2007). Zugespißt formuliert ist also die räumliche, zeitliche, ökonomische, soziale und symbolische Ordnung gegenwärtiger Gesellschaften nur mit und über das private Fahrerauto als hegemoniales Mobilitätsmedium verständlich. Das bedeutet im Umkehrschluss auch, dass es für ein soziologisches Verständnis von Automobilität nicht ausreicht, den Autoverkehr und seine Zunahme auf eine einzelne ursächliche Dimension wie bestehende Bedürfnisse der Individuen, eine Überlegenheit der Technik oder die Globalisierung zurückzuführen. Entsprechend nehmen sozialwissenschaftliche Mobilitätsforschungen nicht nur die zurückgelegten Wege und die hierfür verwendeten Verkehrsmittel, sondern auch die sozioökonomischen, kulturellen und räumlichen Dynamiken und Zwänge, die gesellschaftlichen Normalitäten und individuellen Bedürfnissen zugrunde liegen, in den Blick. In dieser integralen Perspektive können dann die Dynamiken, die zu einer anhaltenden Steigerung dieser beobachtbaren Wege und Distanzen führen, sowie die Spielräume und Restriktionen, denen sich die Individuen im Umgang mit gesellschaftlichen Mobilitätserwartungen konfrontiert sehen, einbezogen werden (Cass/Manderscheid 2019).

Eine Mobilitätswende in Richtung sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit würde dann auf eine Reduktion der Zwänge, mobil sein zu müssen, zielen, mit anderen Worten, das Recht auf Mobilität durch ein Recht auf Immobilität ergänzen (vgl. ebd., Rajan 2007). Mobilitäten entstehen, so die Grundthese des Mobilitätsparadigmas, aus sozialen Beziehungen wie Erwerbstätigkeiten, Familien- und Freundeskreisen sowie der räumlichen Organisation des Alltags (Cass et al. 2005, Hammer/Scheiner 2006, Larsen et al. 2006, Shove 2002). Dabei unterscheiden sich

Individuen und soziale Gruppen deutlich darin, inwieweit sie ihre Mobilitäten und Immobilitäten autonom gestalten können. Insbesondere die Vorgaben von Arbeitsmärkten und Sozialpolitik sowie die Bedingungen des Wohnungsmarktes und der verkehrs- und versorgungsinfrastrukturellen Ausstattung der Wohnorte machen Mobilität als Voraussetzung für gesellschaftliche Teilhabe notwendig. In die Entwicklung von Vorstellungen einer sozial und ökologisch nachhaltigen Mobilitätszukunft kann die Technologie automatisierter Fahrzeuge durchaus miteinbezogen werden, um vor allem in peripheren bzw. ländlichen Regionen flexible verkehrliche Anbindungen zu schaffen. Selbstfahrende Autos wären dann vor allem Teil integrierter Verkehrsangebote im Sinne der MaaS, die flexibel geordert und genutzt werden können. Anzunehmen ist jedoch, dass ein solches Angebot flächendeckend nur bedingt privatwirtschaftlich bereitgestellt werden kann, weshalb öffentliche und zivilgesellschaftlich organisierte Strukturen zu entwickeln wären. Die wesentlichen Treiber einer solchen Mobilitätswende sind damit außerhalb der Verkehrstechnologie lokalisiert und setzen fundamentale Veränderungen der gesellschaftlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen alltäglicher Lebensführung voraus.

## 4. ZUKUNFTSVORSTELLUNGEN UND ZUKUNFTSGESTALTUNGEN

Die Vorstellungen möglicher Zukünfte sind keineswegs folgenlose akademische Spielereien. Vielmehr sind sie in dem Sinne potentiell performativ und haben einen Einfluss auf die gesellschaftliche Produktion der Zukunft, als sie das Handeln in der Gegenwart beeinflussen. Diskurstheoretisch formuliert sind Zukunftsvisionen Elemente diskursiver Praktiken, „die systematisch die Objekte bilden, von denen sie sprechen“ (Foucault 1981: 71). Als (visualisierte) Kommunikationselemente sind gesellschaftliche und technologische Zukunftsvorstellungen bereits in der Gegenwart existent und werden Teil des Zukunftswissens, indem sie den diskursiven Raum der gesellschaftlichen Produktion der Zukunft rahmen und begrenzen, indem sie definieren und ausschließen, was ein Problem darstellt, das behandelt werden muss. Obwohl gegenwärtig nur Prototypen von fahrerlosen Autos und Bussen verfügbar sind, wird ihre Eingliederung in den motorisierten Verkehr in der gegenwärtigen Verkehrspolitik, Planung und Gesetzgebung bereits materiell und infrastrukturell vorbereitet. Gleichzeitig legitimiert dieses Zukunftswissen politische und ökonomische Entscheidungen wie die Forcierung des Ausbaus des 5G-Netzes. Wissenschaftliche Forschung und Diskussion über fahrerlose Autos, ihre mögliche gesellschaftliche Akzeptanz, ihre Auswirkungen auf die Verkehrsorganisation sowie ethische Herausforderungen tragen ebenfalls zur Konstitution des fahrerlosen Autos als Wissensverkehrsobjekt bei.

Diese theoretischen Reflexionen lenken den Blick auf heterogene Versuche der Zukunftsgestaltung. Vor dem Hintergrund von Klima- und Gesundheitskrisen, „Peak Car“ und Umrissen einer Sharing-Ökonomie war die Zukunft der privaten Automobilität vor der Corona-Pandemie vielleicht so offen wie seit Langem nicht. Dennoch gibt es zahlreiche Interessen, unter denen die Autoindustrie eine mächtige Akteurin mit starken Interessen an der Fortführung von Automobilität in der Zukunft darstellt. Die Interessen von IT-Firmen und der Automobilindustrie scheinen sich im Bereich der vernetzten automatisierten Verkehrstechnologie zumindest partiell zu decken, ohne dass ein dahinterliegendes steuerndes Zentrum angenommen werden kann. Dabei akzentuieren Konzepte vernetzter autonomer Fahrzeuge die Notwendigkeit eines Ausbaus und Einsatzes von immer neuen vernetzten und miteinander kommunizierenden Technologien und den Ausbau der notwendigen Infrastrukturen wie das 5G-Netz. An dieser Stelle können die Interessen an das dominante Digitalisierungsnarrativ anknüpfen. Dabei richtet sich ein relevantes ökonomisches Interesse auch auf die während des Fahrbetriebs produzierten Daten.

Vor diesem Hintergrund sind die Visionen von fahrerlosen Autos als Elemente der diskursiven Auseinandersetzung mit der zukünftigen Mobilität zu sehen. Soziologisch und gesellschaftlich von Bedeutung ist hierbei nicht nur, was gesagt wird, sondern auch, was ausgeschlossen wird. Daher sollten die mit den technologischen Innovationen verbundenen Interessen ebenso wie die weniger lautstark vertretenen Vorstellungen von gesellschaftlichen Mobilitätszukünften in einer kritischen sozialwissenschaftlichen Forschung zu selbstfahrenden Autos nicht außer Acht gelassen werden.

## LITERATUR

- Akrich, M. 1992. „The De-Description of Technical Objects“, in *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*, hg. v. W. E. Bijker und J. Law. Cambridge, MA/London: MIT Press, 205–244.
- Altvater, E. 2007. „Verkehrtes Wachstum“, in *Handbuch Verkehrspolitik*, hg. v. O. Schöller, W. Canzler und A. Knie. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 787–802.
- Blättel-Mink, B. 2006. „Veralltäglicung von Innovationen“, in *Kompendium der Innovationsforschung*, hg. v. B. Blättel-Mink und R. Menez. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 77–92.
- Böhm, S., C. Jones, C. Land und M. Paterson 2006. „Introduction: Impossibilities of automobility“, in *Against Automobility*, hg. v. S. Böhm, C. Jones, C. Land und M. Paterson. Malden, MA: Blackwell Publishing, 3–16.
- Bonham, J. 2006. „Transport: disciplining the body that travels“, in *Against Automobility*, hg. v. S. Böhm, J. Campbell, C. Land und M. Paterson. Malden, MA/Oxford: Blackwell, 57–74.
- Cass, N., und K. Manderscheid 2019. „The automobility system: Mobility justice and freedom under sustainability“, in *Mobilities, Mobility Justice and Social Justice*, hg. v. N. Cook und D. Butz. London/ New York: Routledge, 101–115.
- Cass, N., E. Shove und J. Urry 2005. „Social Exclusion, Mobility and Access“, in *Sociological Review* (53) 3, 539–555.
- Cresswell, T. 2006. *On the Move: Mobility in the Modern Western World*, New York: Routledge.
- Dangschat, J. S. 2017. „Automatisierter Verkehr – was kommt da auf uns zu?“, in *Zeitschrift für Politikwissenschaft* (27) 4, 493–507.
- Dant, T. 2004. „The Driver-car“, in *Theory, Culture & Society* (21) 4/5, 61–79.
- Dennis, K., und J. Urry 2009. *After the Car*. Cambridge: Polity Press.
- Du Gay, P., S. Hall, L. Janes, H. Mackay und K. Negus 1997. „Doing Cultural Studies: The Story of the Sony Walkman“, *The British Journal of Sociology*, Bd. 48. London/Thousand Oaks/New Delhi: Sage Publications in association with The Open University.
- During, S. 2000. *The Cultural Studies Reader*. London/New York: Routledge.
- Elias, N. 1995. „Technization and civilization“, in *Theory, Culture & Society* (12) 3, 7–42.
- European Commission 2017. „Transport in Figures. Statistical Pocketbook 2017“, Luxembourg. [https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2017\\_en](https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2017_en) (10.8.2020).
- Foucault, M. 1981. *Archäologie des Wissens*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Fraedrich, E., und B. Lenz 2015. „Gesellschaftliche und individuelle Akzeptanz des autonomen Fahrens“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 639–660.
- Gathmann, F., und G. Traufetter 2018. „Verbote sind für mich kein Politikstil“, Verkehrsminister Scheuer im Interview, *Spiegel Online*, 26.4.2018. [www.spiegel.de/politik/deutschland/andreas-scheuer-csu-verbote-sind-fuer-mich-kein-politikstil-a-1204886.html](http://www.spiegel.de/politik/deutschland/andreas-scheuer-csu-verbote-sind-fuer-mich-kein-politikstil-a-1204886.html) (12.8.2020).
- Geels, F. W., und J. Schot 2007. „Typology of sociotechnical transition pathways“, in *Research Policy* (36) 3, 399–417.

- Gerhard, U. 2000. „Nomaden“. Zur Geschichte eines rassistischen Stereotyps und seiner Applikation“, in *Medien in Konflikten. Holocaust – Krieg – Ausgrenzung*, hg. v. A. Grewenig und M. Jäger. Duisburg: DISS Duisburger Institut für Sprach- und Sozialforschung, 223–235.
- Goodall, N. 2019. „More than Trolleys“, in *Transfers* (9) 2, 45–58.
- Google Self-Driving Car Project 2014. „A First Drive“, 27.5.2014. <https://youtu.be/CqSDWoAhvLU> (17.4.2020).
- Grunwald, A. 2009. „Wovon ist die Zukunftsforschung eine Wissenschaft?“, in *Zukunftsforschung und Zukunftsgestaltung*, hg. v. R. Popp und E. Schüll. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 25–35.
- Hammer, A., und J. Scheiner 2006. „Lebensstile, Wohnmilieus, Raum und Mobilität – Der Untersuchungsansatz von StadtLeben“ in *StadtLeben – Wohnen, Mobilität und Lebensstil*, hg. v. K. J. Beckmann, M. Hesse, C. Holz-Rau und M. Hunecke. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 15–30. DOI: 10.1007/978-3-531-90132-9\_2.
- infas/MotionTag 2020. „Unsere Alltagsmobilität in der Zeit von Ausgangsbeschränkung oder Quarantäne – alles anders oder nicht? Ergebnisse aus Beobachtungen per Mobilitätstracking“, 9.4.2020. Bonn/Berlin. [www.infas.de/fileadmin/user\\_upload/PDF/Tracking-Report\\_No1\\_infas-Motiontag\\_09042020.pdf](http://www.infas.de/fileadmin/user_upload/PDF/Tracking-Report_No1_infas-Motiontag_09042020.pdf) (12.8.2020).
- Kanger, L., F. W. Geels, B. Sovacool und J. Schot 2019. „Technological diffusion as a process of societal embedding: Lessons from historical automobile transitions for future electric mobility“, in *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 71, 47–66.
- Knie, A. 2007. „Ergebnisse und Probleme sozialwissenschaftlicher Mobilitäts- und Verkehrsforschung“, in *Handbuch Verkehrspolitik*, hg. v. O. Schöllner, W. Canzler und A. Knie. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 43–60.
- Kuhm, K. 1997. *Moderne und Asphalt. Die Automobilisierung als Prozeß technologischer Integration und sozialer Vernetzung*. Pfaffenweiler: Centaurus.
- Lanzendorf, M., und J. Hebsaker 2017. „Mobilität 2.0 – Eine Systematisierung und sozial-räumliche Charakterisierung neuer Mobilitätsdienstleistungen“, in *Verkehr und Mobilität zwischen Alltagspraxis und Planungstheorie*, hg. v. M. Wilde, J. Scheiner, M. Gather und C. Neiberger. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 135–151.
- Larsen, J., J. Urry und K. W. Axhausen 2006 *Mobilities, Networks, Geographies*. Hampshire: Ashgate.
- Laurier, E., H. Lorimer, B. Brown, O. Jones, O. Juhlin, A. Noble, M. Perry, D. Pica, P. Sormani, I. Strebler, L. Swan, A. Taylor, L. Watts und A. Weilenmann 2008. „Driving and ‚Passengering‘: Notes on the Ordinary Organization of Car Travel“, in *Mobilities* (3) 1, 1–23.
- Lenz, B., und E. Fraedrich 2015a. „Gesellschaftliche und individuelle Akzeptanz des autonomen Fahrens“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 639–660.
- Lenz, B., und E. Fraedrich 2015b. „Neue Mobilitätskonzepte und autonomes Fahren: Potenziale der Veränderung“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 175–195.
- Manderscheid, K. 2012. „Automobilität als raumkonstituierendes Dispositiv der Moderne“, in *Die Ordnung der Räume*, hg. v. H. Füller und B. Michel. Münster: Westphälisches Dampfboot, 145–178.
- Manderscheid, K. 2013. „Automobile Subjekte“, in *Mobilitäten und Immobilitäten. Menschen – Ideen – Dinge – Kulturen – Kapital*, hg. v. J. Scheiner, H.-H. Blotvogel, S. Frank, C. Holz-Rau und N. Schuster. Essen: Klartext, 105–120.
- Manderscheid, K. 2018. „From the Auto-mobile to the Driven Subject?“, in *Transfers* (8) 1, 24–43.
- Manderscheid, K. 2020. „Antriebs-, Verkehrs- oder Mobilitätswende? Zur Elektrifizierung des Automobilitätsdispositivs“, in *Baustelle Elektromobilität. Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität*, hg. v. A. Brunnengräber und T. Haas. Bielefeld: transcript, 37–67.
- Mercedes-Benz 2017. „Der Mercedes-Benz F 015 Luxury in Motion“. [www.mercedes-benz.com/de/mercedes-benz/innovation/forschungsfahrzeug-f-015-luxury-in-motion/](http://www.mercedes-benz.com/de/mercedes-benz/innovation/forschungsfahrzeug-f-015-luxury-in-motion/) (24.4.2020).
- Miller, D. (Hrsg.) 2001. *Car Cultures: Materializing Culture*. Oxford: Berg Publishers.
- NPM (Nationale Plattform Zukunft der Mobilität) 2019. „Wege zur Erreichung der Klimaziele 2030 im Verkehrssektor, Arbeitsgruppe 1: Klimaschutz im Verkehr“, Zwischenbericht 03/2019. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Referat G20. [www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/03/NPM-AG-1-Wege-zur-Erreichung-der-Klimaziele-2030-im-Verkehrssektor.pdf](http://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/03/NPM-AG-1-Wege-zur-Erreichung-der-Klimaziele-2030-im-Verkehrssektor.pdf) (12.8.2020).

- Nobis, C., und T. Kuhnimhof 2018. „Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht“. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn/Berlin. [www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017\\_Ergebnisbericht.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf) (10.8.2020).
- Norton, P. D. 2008. *Fighting Traffic: The Dawn of the Motor Age in the American City*. Cambridge/London: MIT Press.
- Paterson, M. 2007. *Automobile Politics. Ecology and Cultural Political Economy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Peters, P. F. 2006. *Time, Innovation and Mobilities: Travel in technological cultures*. London/New York: Routledge.
- Rajan, S. C. 2007. „Automobility, liberalism, and the ethics of driving“, in *Environmental Ethics* (29) 1, 77–90.
- Rammert, W. 2010. „Die Innovationen der Gesellschaft“, in *Soziale Innovation: Auf dem Weg zu einem postindustriellen Innovationsparadigma*, hg. v. J. Howaldt und H. Jacobsen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 21–51.
- Rettie, R. 2008. „Mobile Phones as Network Capital: Facilitating Connections“, in *Mobilities* (3) 2, 291–311.
- Rosa, H. 2005. *Beschleunigung. Die Veränderung der Zeitstrukturen in der Moderne*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Sauter-Servaes, T. 2011. „Technikgeneseleitbilder der Elektromobilität“, in *Das Elektroauto. Bilder für eine zukünftige Mobilität*, hg. v. S. Rammner und M. Weider. Berlin: Lit, 25–40.
- Schreurs, M. A., und S. D. Steuwer 2015. „Autonomous Driving – Political, Legal, Social, and Sustainability Dimensions“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 151–173.
- Sheller, M., und J. Urry 2006. „The New Mobilities Paradigm“, in *Environment and Planning A* (38) 2, 207–226.
- Shove, E. 2002. „Rushing around: coordination, mobility and inequality – Draft paper for the Mobile Network meeting, October 2002“. [www.lancaster.ac.uk/staff/shove/choreography/rushingaround.pdf](http://www.lancaster.ac.uk/staff/shove/choreography/rushingaround.pdf) (12.8.2020).
- Shu, C. 2015. „Google and Ford will reportedly team up to build Self-Driving Cars“, in *TechCrunch*, 22.12.2015, <https://tcrn.ch/34Eh1Z3> (14.10.2020)
- Thomopoulos, N., und M. Givoni 2015. „The autonomous car – a blessing or a curse for the future of low carbon mobility? An exploration of likely vs. desirable outcomes“, in *European Journal of Futures Research* (3) 1, 1–14.
- Thulin, E., und B. Vilhelmson 2007. „Mobiles everywhere: Youth, the mobile phone, and changes in everyday practice“, in *Young* (15) 3, 235–253. DOI: 10.1177/110330880701500302.
- Umweltbundesamt 2019a. „Emissionen des Verkehrs“. Dessau-Roßlau. [www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs](http://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs) (10.8.2020).
- Umweltbundesamt 2019b. „Mobilität privater Haushalte“. Dessau-Roßlau. [www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/mobilitaet-privater-haushalte#textpart-1](http://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/mobilitaet-privater-haushalte#textpart-1) (17.7.2019).
- Urry, J. 2004. „The ‚System‘ of Automobility“, in *Theory, Culture & Society* (21) 4/5, 25–39.
- Urry, J. 2007. *Mobilities*. Cambridge: Polity.
- Vaid, K. 2018. *Selbst ist das Auto – automatisiertes und autonomes Fahren. Die Zukunft der Mobilität*, Hamburg: Diplomica.
- Verron, H., B. Huckestein, G. Penn-Bressel, P. Röthke, M. Bölke und W. Hülsmann 2005. *Determinanten der Verkehrsentstehung*, Texte 26/05. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2967.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2967.pdf) (10.8.2020).
- VW 2017. „SEDRIC – Concept car – Film, Langfassung“, 6.3.2017. [www.volkswagen-newsroom.com/de/videos-und-footage/sedric-concept-car-film-langfassung-2791](http://www.volkswagen-newsroom.com/de/videos-und-footage/sedric-concept-car-film-langfassung-2791) (12.8.2020).
- VW 2018. „SEDRIC: Das Auto der Zukunft zum Anfassen“. [www.volkswagenag.com/de/news/stories/2018/02/sedric-the-future.html](http://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2018/02/sedric-the-future.html) (12.8.2020).
- Wajzman, J. 1994. *Technik und Geschlecht. Die feministische Technikdebatte*. Frankfurt am Main: Campus.

Wajcman, J. 2008. „Life in the fast lane? Towards a sociology of technology and time“, in *The British Journal of Sociology* (59) 1, 59–77.

Waymo 2019. „Waymo One“. <https://waymo.com/waymo-one/> (24.4.2020).

Wiener Linien o. J. „auto.Bus – Seestadt“, „Über den Bus“. <https://www.wienerlinien.at/eportal3/ep/channelView.do/pageTypeId/66528/channelId/-4400525> (15.12.2020).

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





# 5 Automated Drivability und straßenräumliche Verträglichkeit im Stadt-Land-Kontinuum am Beispiel der Stadtregion Wien

Aggelos Soteropoulos

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>42</b>
<b>2.</b>	<b>Methodik der vorliegenden Untersuchung</b>	<b>44</b>
2.1	Ermittlung der Eignung von Straßenräumen für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge: Automated Drivability	44
2.2	Vorgangsweise zur Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit bei den Straßenabschnitten	48
<b>3.</b>	<b>Untersuchungsgemeinden in der Stadtregion Wiens und analysierte Straßenabschnitte</b>	<b>54</b>
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse der Untersuchung</b>	<b>56</b>
4.1	Ergebnisse zur Eignung von Straßenräumen für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge (Automated Drivability)	56
4.2	Ergebnisse zur straßenräumlichen Verträglichkeit	58
4.3	Zusammenschau der Ergebnisse zur Automated Drivability und straßenräumlichen Verträglichkeit	66
<b>5.</b>	<b>Diskussion und Fazit</b>	<b>67</b>
	<b>Literatur</b>	<b>72</b>

---

Aggelos Soteropoulos

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)  
aggelos.soteropoulos@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_5)

# 1. EINLEITUNG

Automatisierte Fahrzeuge werden unsere Mobilität und die Möglichkeit des Vorankommens stark verändern. Bereits in den nächsten Jahren sind hierdurch im Mobilitätsbereich hochdynamische Entwicklungen mit grundlegenden Veränderungen und Umbrüchen zu erwarten, die sowohl Chancen als auch Risiken mit sich bringen werden. Aus Sicht der Verkehrs-, Infrastruktur- und Stadtplanung braucht es daher Strategien, wo und wie automatisierte Fahrzeuge bestmöglich eingesetzt werden.

Bisher wurden bereits zahlreiche Studien zu den verkehrlichen und räumlichen Wirkungen automatisierter Fahrzeuge durchgeführt, die als Grundlage für die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen für die politischen Entscheidungsträger dienen können. Chancen durch automatisierte Fahrzeuge ergeben sich demnach unter anderem durch eine höhere Kapazitätsausnutzung der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur, eine verbesserte Wirtschaftlichkeit des öffentlichen Verkehrs (ÖV), falls die Personalkosten verringert werden können, oder durch erweiterte Mobilitätsoptionen für spezifische Nutzergruppen, wie z. B. Mobilitätseingeschränkte (vgl. Milakis et al. 2017: 13; Soteropoulos et al. 2019a: 12). Gleichfalls gehen die Studien jedoch größtenteils ebenso davon aus, dass sich mit dem Einsatz automatisierter Fahrzeuge durch die zahlreichen Vorteile im Hinblick auf Komfort sowie durch die Erschließung neuer Nutzergruppen die Attraktivität der Fahrzeugnutzung und damit die Verkehrsleistung in den für automatisierte Fahrzeuge intendierten Bereichen erhöhen wird (vgl. Soteropoulos et al. 2019b: 40; Hörl et al. 2019: 26; Marsden et al. 2018: 31). Des Weiteren führt der durch automatisierte Fahrzeuge ermöglichte Verkehrsfluss mit kürzeren Fahrzeugfolgen – die eine höhere Kapazitätsausnutzung der Verkehrsinfrastruktur ermöglichen – zu dichterem Verkehr, wodurch FußgängerInnen, RadfahrerInnen und abbiegende Fahrzeuge schwerer Lücken finden, sich also die Trennwirkung der Straßen erhöht bzw. die Durchlässigkeit des Straßenraums für andere VerkehrsteilnehmerInnen verringert (vgl. Abegg et al. 2018: 26; Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017: 23; Heinrichs 2015: 237).

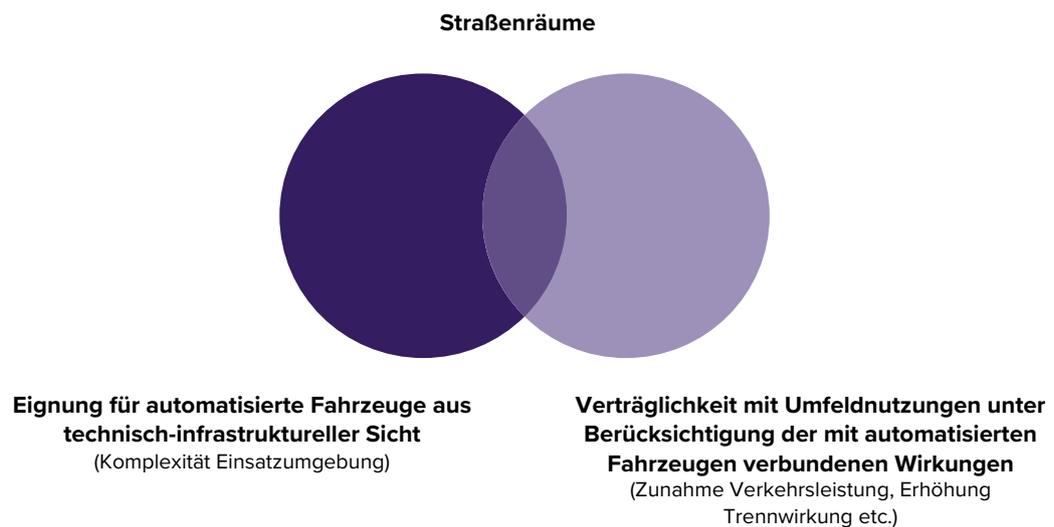
Bislang behandeln die Studien jedoch nur die mögliche grobe Stoßrichtung potentieller Wirkungen. Nur unzureichend Berücksichtigung findet in diesem Zusammenhang die Ebene des Straßenraums. Der Straßenraum ist öffentlicher Raum, d. h. grundsätzlich für alle jederzeit zugänglich und im Wesentlichen im öffentlichen Eigentum, bildet aber nur eine Teilmenge des öffentlichen Raums ab, zu welchem neben dem Straßenraum auch beispielsweise Plätze, Parks, siedlungsbezogene, öffentlich zugängliche Freiräume oder Erdgeschosszonen gehören, die jeweils aber wiederum stark mit dem Straßenraum zusammenhängen (vgl. Stadt Wien 2018: 13). Die Ebene des Straßenraums ist aus zweierlei Hinsicht besonders relevant (Abb. 1):

1. Städte, aber auch ländliche Siedlungsstrukturen weisen sehr unterschiedliche Straßenräume auf, die sich hinsichtlich ihrer Funktion (z. B. der Verbindungs- oder Erschließungsfunktion), der Verkehrsmengen, Gebietscharakteristik (z. B. alter Dorfkern oder neues Gewerbegebiet), Umfeldnutzungen sowie straßenräumlicher Situationen (z. B. Begrenzung, Breite und Verlauf) unterscheiden (vgl. Marshall 2005: 54; Baier/FGSV 2007: 5). Für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge bedeuten diese unterschiedlichen Straßenraumkontexte unterschiedliche Anforderungen: Nimmt die Komplexität der Einsatzumgebung (Operational Design Domain – ODD) beispielsweise durch eine Vielzahl von zu erfassenden FußgängerInnen, RadfahrerInnen oder durch komplexe Knotenpunktformen zu, so steigen die Ansprüche an das automatisierte Fahrsystem (vgl. Czarnecki 2018; SAE International 2018: 14). Für die Verkehrs-, Infrastruktur- und Stadtplanung kann die Analyse von Straßenräumen hinsichtlich der Eignung für automatisierte Fahrzeuge

aus technisch-infrastruktureller Sicht daher Informationen darüber geben, wo automatisierte Fahrzeuge aufgrund der umgebenden Straßenraum- und Umfeldbedingungen vermutlich eher bzw. mit weniger Infrastrukturadaptierungen verkehren können und wo nicht. Damit kann auch erkannt werden, bei welchen Straßenräumen der Einsatz automatisierter Fahrzeuge mit größerem oder weniger großem Aufwand möglich ist.

2. An Straßenräume besteht grundsätzlich eine Fülle von Nutzungsansprüchen, Anforderungen und Bedürfnissen von Menschen, sich darin aufzuhalten oder zu bewegen. Neben der Verkehrsfunktion von Straßen ergeben sich die Art und das Ausmaß weiterer Anforderungen an den Straßenraum aus dem Straßenumfeld, d. h. aus der Art der Nutzung der Randbebauung, deren Orientierung zum Straßenraum und anderen Faktoren (vgl. Bühlmann/Laube 2013: 9). Diese stehen zum Teil in Widerspruch zueinander und führen zu Nutzungskonflikten (vgl. Häfliger et al. 2015: 19). Insbesondere Konflikte zwischen den Ansprüchen des motorisierten Individualverkehrs und den übrigen Bedürfnissen (andere Verkehrsarten wie Zufußgehen und Radfahren) sind nur bis zu einer gewissen Intensität verträglich bzw. abhängig von der konkreten Situation zumutbar. Steigt die Verkehrsbelastung jedoch über diese Grenze, erreicht sie eine Dominanz, welche die übrigen Nutzungsansprüche in nicht mehr verträglichem Ausmaß beeinträchtigt (vgl. Bühlmann/Laube 2013: 10). Aus Sicht der Planung ist es deshalb ebenso notwendig, zu untersuchen, inwieweit der mögliche Einsatz automatisierter Fahrzeuge aufgrund der mit ihnen verbundenen Wirkungen wie einer Zunahme der Verkehrsleistung sowie einer Erhöhung der Trennwirkung durch eine dichtere Fahrzeugfolge mit den übrigen Nutzungsansprüchen an den Straßenraum verträglich ist.

**Abbildung 1:** Überblick zur Relevanz der Straßenräume für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge



Quelle: eigene Darstellung

Im Rahmen des Beitrags soll daher einerseits die Eignung von Straßenräumen für automatisierte Fahrzeuge im Stadt-Land-Kontinuum am Beispiel von vier verschiedenen Gemeinden in der Stadtregion Wien untersucht werden. Hierbei werden verschiedene Ausprägungen von Kriterien (z. B. Kreuzungen, Geschwindigkeitslimits etc.), die sich aus den aktuellen Problemstellungen automatisierter Fahrsysteme aus Testberichten (vgl. BMVIT 2018, Favarò et al. 2018) ergeben, miteinander verknüpft, um die Eignung der Straßenabschnitte für den funktionierenden Einsatz automatisierter Fahrsysteme abzubilden. Andererseits werden im Rahmen einer Analyse der straßenräumlichen Verträglichkeit beispielhaft gleichfalls die Konflikte, die sich aus dem derzeitigen Kfz-Verkehr (Verkehrsmenge, Geschwindigkeit) für FußgängerInnen und RadfahrerInnen im

Längsverkehr, beim Aufenthalt und bei Fahrbahnüberquerungen ergeben, bewertet (vgl. Baier et al. 2011: 37). Hier wird an einzelnen Straßenabschnitten in den vier Untersuchungsgemeinden untersucht, ob und wie sich in Straßenräumen schon heute Probleme wie eine hohe Trennwirkung bzw. eine geringe Durchlässigkeit für FußgängerInnen und RadfahrerInnen zeigen, indem explizit Kriterien wie die Verkehrsstärke, die Geschwindigkeit der Fahrzeuge oder der Anteil an Lkws in der Analyse untersucht und berücksichtigt werden (vgl. Nørby/Meltofte 2012: VI; Litman 2009: 1). Anschließend wird die Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit mit der Bewertung der Eignung des Straßenraums für automatisierte Fahrsysteme verknüpft bzw. gemeinsam betrachtet. Es geht also darum, exemplarisch zu untersuchen, inwieweit die Eignung von Straßenräumen für automatisierte Fahrzeuge und die straßenräumliche Verträglichkeit ebendieser Straßenräume zusammenwirken (Abb. 2). Die Zusammenführung beider Bewertungen ist von wesentlicher Bedeutung, um abzuschätzen, wo aus verkehrs- und stadtplanerischer Sicht in naher Zukunft besonderer Handlungsbedarf besteht, sowie um entsprechende Strategien für einen bestmöglichen Einsatz automatisierter Fahrzeuge zu entwickeln.

**Abbildung 2:** Zusammenhang zwischen der Eignung von Straßenräumen für automatisierte Fahrzeuge aus technisch-infrastruktureller Sicht und straßenräumlicher Verträglichkeit

		Straßenräumliche Verträglichkeit (mit Umfeldnutzungen)	
		gering	hoch
Eignung aus technisch-infrastruktureller Sicht	gering	Einsatz automatisierter Fahrzeuge nur mit großen Anpassungen möglich und mit Umfeldnutzungen nicht verträglich	Einsatz automatisierter Fahrzeuge nur mit großen Anpassungen möglich, aber mit Umfeldnutzungen verträglich
	hoch	Relativ rascher Einsatz automatisierter Fahrzeuge ohne große Anpassungen möglich, aber mit Umfeldnutzungen nicht verträglich	Relativ rascher Einsatz automatisierter Fahrzeuge ohne große Anpassungen möglich und mit Umfeldnutzungen verträglich

Quelle: eigene Darstellung

## 2. METHODIK DER VORLIEGENDEN UNTERSUCHUNG

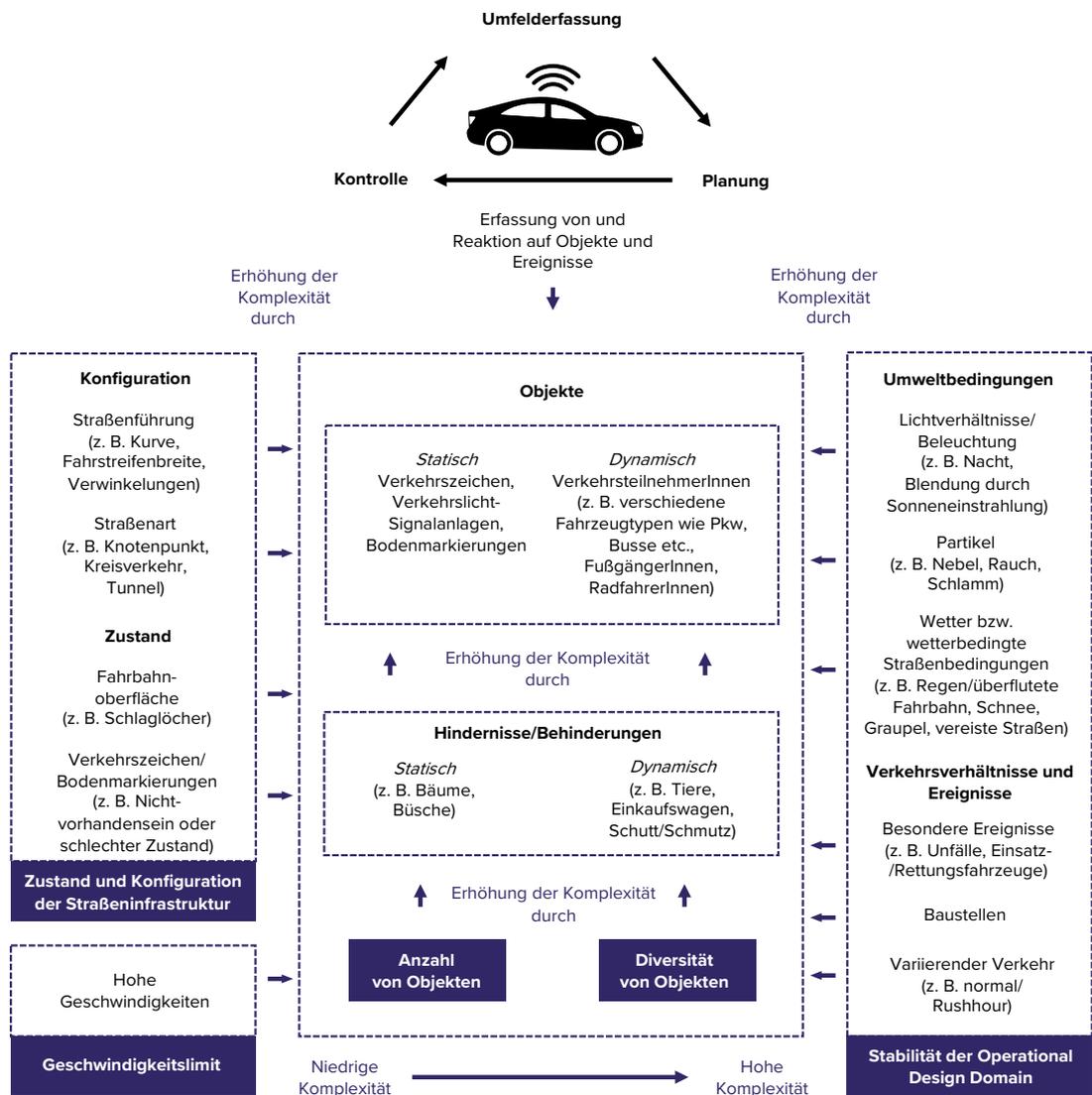
Zur Ermittlung der Eignung von Straßenräumen für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge aus technisch-infrastruktureller Sicht sowie zur Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit wurden umfangreiche Verfahren angewendet, die im Folgenden erläutert werden.

### 2.1 ERMITTLUNG DER EIGNUNG VON STRASSENÄUMEN FÜR DEN EINSATZ AUTOMATISierter FAHRZEUGE: AUTOMATED DRIVABILITY

Die Methodik für die Ausarbeitung der Bewertung der Eignung von Straßenräumen für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge beruht sehr stark auf dem in der Arbeit von Soteropoulos et al. (2020) beschriebenen Konzept der Automated Drivability. Im Folgenden wird die angewandte Methodik nur kurz darlegt, für eine ausführliche Beschreibung wird auf Soteropoulos et al. (2020) verwiesen.

## 2.1.1 Ausgangspunkt, Framework und Komponenten der Automated Drivability

**Abbildung 3:** Zentrale Aufgaben eines automatisierten Fahrsystems und Komponenten des Framework für die Bewertung der Automated Drivability inklusive Subelemente



Quelle: eigene Darstellung

Das Konzept der Automated Drivability geht davon aus, dass bestimmte straßenräumliche Kontexte sowie Umfeldbedingungen (ODD) die Anforderungen an automatisierte Fahrsysteme zur Ausführung ihrer Fahraufgabe erhöhen. Prozesse wie (1) die Umfelderfassung und -abbildung, (2) die Planung und das Treffen einer entsprechenden Fahrentscheidung sowie (3) die Ausführung der entsprechenden Fahrentscheidung (Kontrolle), welche für das Ausführen der Fahraufgabe durch das automatisierte Fahrzeug notwendig sind, können durch verschiedene Faktoren und Rahmenbedingungen erschwert werden. Darauf aufbauend wurde ein Framework zur Beschreibung der Automated Drivability mit verschiedenen Komponenten und

Subelementen, die die Komplexität für automatisierte Fahrsysteme erhöhen, entwickelt. Das Framework umfasst die folgenden Komponenten:

1. Anzahl der Objekte im Straßenraum
2. Diversität der Objekte im Straßenraum
3. Zustand und Konfiguration der Straßeninfrastruktur
4. Geschwindigkeitslimit
5. Stabilität der Operational Design Domain

Abbildung 3 (auf der vorigen Seite) gibt einen Überblick zu zentralen Aufgaben eines automatisierten Fahrsystems sowie die Komponenten des Framework zur Bewertung der Automated Drivability inklusive der Subelemente.

## 2.1.2 Ableitung von Indikatoren für die verschiedenen Komponenten des Framework

Für jede der eingangs beschriebenen Komponenten des Framework der Automated Drivability werden in weiterer Folge unter Berücksichtigung (öffentlich) verfügbarer Daten geeignete Indikatoren abgeleitet. Für die Berechnung der Indikatoren wurden im Rahmen dieser Untersuchung Daten der österreichischen Graphenintegrationsplattform (GIP), der Open Street Map (OSM) sowie der Österreichischen Anstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) herangezogen. Die Berechnung wurde mit Hilfe der Geoinformationssystemsoftware ArcGIS durchgeführt. Tabelle 1 (siehe nächste Seite) gibt einen Überblick der abgeleiteten Indikatoren für die jeweiligen Komponenten sowie die jeweiligen Datenquellen.

## 2.1.3 Verknüpfung der Indikatoren

Zur Verknüpfung der Indikatoren werden die Werte für jeden Indikator zunächst mit Hilfe folgender Formel normiert und standardisiert:

$$X'_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}}, & \text{positiv} \\ \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}}, & \text{negativ} \end{cases}$$

Dabei sind

- $X_{ij}$  der Wert des Indikators  $i$  für den Straßenabschnitt  $j$  und
- $\max X_{ij}$  und  $\min X_{ij}$  die maximalen bzw. minimalen Werte des Indikators  $i$  für alle Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet.

Bei positiven Indikatoren handelt es sich um jene Indikatoren, bei denen ein höherer Wert des Indikators eine höhere Automated Drivability darstellt (z. B. Breite der Straße), während es sich bei negativen Indikatoren um jene handelt, bei denen ein geringerer Wert des Indikators eine höhere Automated Drivability bedeutet (z. B. Anzahl von Ampeln; siehe auch Tab. 1).

**Tabelle 1:** Abgeleitete Indikatoren für die Komponenten des Framework

Indikator	Indikatortyp	Komponenten des Framework					Datenquelle	Wirkung auf die Eignung für automatisierte Fahrsysteme
		Anzahl der Objekte im Straßenraum	Verschiedenheit von Objekten im Straßenraum	Zustand und Konfiguration der Straßeninfrastruktur	Geschwindigkeitslimit	Stabilität der Operational Design Domain		
Straßentyp	kategorial	✓				GIP	positiv	
Anzahl von Ampeln	numerisch	✓		(✓)		OSM	negativ	
Anzahl von Stationen des öffentlichen Verkehrs	numerisch	✓		(✓)		OSM	negativ	
Vorhandensein von Verbot von FußgängerInnen und RadfahrerInnen im Straßenraum	binär		✓			GIP	positiv	
Anzahl von Zebrastreifen	numerisch	(✓)	✓			OSM	negativ	
Vorhandensein von FußgängerInnen- oder Begegnungszone	binär	(✓)	✓			GIP	negativ	
Vorhandensein von Radfahrinfrastruktur auf der Fahrbahn	binär	(✓)	✓			GIP	negativ	
Breite der Straße	numerisch	(✓)				GIP	positiv	
Kreuzungstyp	kategorial			✓		GIP	positiv	
Dominante Flächennutzungsart	kategorial			✓		OSM	positiv	
Maximales Geschwindigkeitslimit	numerisch				✓	GIP	negativ	
Durchschnittliche jährliche Anzahl von Tagen mit Schnee	numerisch					ZAMG	negativ	

✓ = vollständige Abbildung der Komponente durch Indikator; (✓) = teils Abbildung der Komponente durch Indikator. Quelle: eigene Darstellung

Anschließend wurde eine Verknüpfung der Indikatoren mittels Gewichtung einzelner Komponenten vorgenommen. Ausgehend von Einschätzungen über die Relevanz der einzelnen Komponenten hinsichtlich der Komplexität für automatisierte Fahrsysteme in der Literatur (vgl. Pendleton 2017; Brummelen et al. 2018; Shladover 2018a, 2018b; Favarò et al. 2018) wurde folgende Gewichtung der Komponenten vorgenommen:

1.	Anzahl Objekte im Straßenraum:	3
2.	Verschiedenheit der Objekte im Straßenraum:	7
3.	Zustand und Konfiguration der Straßeninfrastruktur:	2
4.	Geschwindigkeitslimit:	3
5.	Stabilität der Operational Design Domain:	1

Zur Verknüpfung wurden die Indikatorwerte anschließend für jeden Straßenabschnitt unter Verwendung folgender Formel durch eine Addition der Werte des Indikators für jede Komponente des Framework summiert und durch die Anzahl der Indikatoren pro Komponente geteilt sowie mit dem jeweiligen Gewicht multipliziert, um den aggregierten Wert des Indexes für die Automated Drivability (ADX) für jeden Straßenabschnitt zu erhalten:

$$X_{ADXj} = 0.188 * ((Xc1_{i1j} + Xc1_{i2j} \dots) / Ic1_n) + 0.438 * ((Xc2_{i1j} + Xc2_{i2j} \dots) / Ic2_n) + 0.125 * ((Xc3_{i1j} + Xc3_{i2j} \dots) / Ic3_n) + 0.188 * ((Xc4_{i1j} + Xc4_{i2j} \dots) / Ic4_n) + 0.063 * ((Xc5_{i1j} + Xc5_{i2j} \dots) / Ic5_n)$$

Wobei

- $X_{ADXj}$  der Wert des ADX für den Straßenabschnitt j,
- $Xc1_{ij}$  der Wert des Indikators  $i1$  der Komponente 1,
- $Xc2_{ij}$  der Wert des Indikators  $i1$  der Komponente 2 ist ...; und
- $Ic1_n$  die Gesamtzahl der Indikatoren für die Komponente 1 und
- $Ic2_n$  die Gesamtzahl der Indikatoren für die Komponente 2 ...

darstellt.

## 2.2 VORGANGSWEISE ZUR BEWERTUNG DER STRASSENÄUMLICHEN VERTRÄGLICHKEIT BEI DEN STRASSENABSCHNITTEN

Für die Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit finden sich in der Literatur zahlreiche Verfahren wie beispielsweise das M.A.R.S.-Modell der autonomen und relativen Standards (vgl. Baier 1992), das LADIR-Verfahren (Müller et al. 1994) oder der Kompensatorische Ansatz (Mörner et al. 1984). Diese Verfahren haben ihren Ursprung in den 1980er und 1990er Jahren, sie kamen seither jedoch zum Teil in adaptierter Form auch in den letzten Jahren zum Beispiel bei Bühlmann und Laube (2013), Frehn et al. (2013) oder Baier et al. (2011) zur Anwendung.

Als Grundlage der Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit im Rahmen dieses Beitrags wurde der Kompensatorische Ansatz von Mörner et al. (1984) verwendet und mittels der Erkenntnisse der erst kürzlich erfolgten Anwendung des Ansatzes durch Bühlmann und Laube (2013) adaptiert. Beim Kompensatorischen Ansatz wird für einzelne Straßenabschnitte – ausgehend von der Randbebauung bzw. der angrenzenden Nutzung sowie Funktion und Bedeutung der Ortschaft – eine maximale Verkehrsbelastung in der Dimension „Anzahl der Kraftfahrzeuge pro Spitzenstunde“ (Kfz/Sp-h) festgelegt. In Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren wird diese maximale Verkehrsbelastung korrigiert und auf dieser Basis dann die Beurteilung der Verträglichkeit des vorhandenen Verkehrsaufkommens mit dem Straßenumfeld (gemessene Verkehrsbelastung im Vergleich zu maximal verträglicher Verkehrsbelastung) vorgenommen. Unter Berücksichtigung der mit dem automatisierten Fahren verbundenen und vorher beschriebenen Wirkungen hinsichtlich einer Zunahme der Trennwirkung durch eine mögliche dichtere Fahrzeugfolge wurde im Rahmen des angewendeten Kompensatorischen Ansatzes ebenso der Aspekt der Trennwirkung explizit miteinbezogen bzw. der Ansatz um diesen Aspekt erweitert.

## 2.2.1 Bestimmung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung

Die Bestimmung des Grundwerts der Verkehrsbelastung, d. h. die noch verträgliche Verkehrsbelastung, demnach Fahrzeuge pro Spitzenstunde (Fz/Sp-h), ergibt sich aus der angrenzenden Nutzung bzw. Randbebauung des Straßenabschnitts. Während Mörner et al. (1984) im Rahmen ihres Ansatzes eher von städtischen Gebieten ausgegangen sind, verweisen Bühlmann und Laube (2013) im Rahmen ihrer Forschungsarbeit auch auf den Zusammenhang zwischen noch verträglicher Verkehrsbelastung und der Funktion und Bedeutung der Ortschaft. Hierbei ist die Akzeptanz von Verkehr in ländlichen Gebieten geringer als in städtischen Zentren (vgl. Bühlmann/Laube 2013: 34). Da sich die untersuchten Straßenabschnitte allesamt in kleineren Städten im Stadtumland von Wien befinden (siehe Abschnitt 3), wurden ausgehend von Mörner et al. (1984) sowie Bühlmann und Laube (2013) die folgenden vier verschiedenen Kategorien unterschieden:

- Kategorie A** Einkauf/Zentrum, tendenziell mit geschlossener Blockbebauung mit mehr als zwei Geschossen und mittlerer bis intensiver Geschäftsnutzung
- Kategorie B** Mischnutzung, tendenziell mit offener bis halboffener zwei- bis viergeschossiger Bebauung bzw. geschlossener ein- bis zweigeschossiger Bebauung und mittlerer Geschäftsnutzung
- Kategorie C** Wohnen, tendenziell mit offener Ein- und Zweifamilienhausbebauung und nur vereinzelt Geschäften oder sonstigen publikumsintensiven Nutzungen
- Kategorie D** Gewerbe- und Industriegebiet, tendenziell mit geringen Anliegeransprüchen und keinen publikumsintensiven Nutzungen wie Wohnen oder (fußläufiges) Einkaufen

Der Grundwert der mit Anliegeransprüchen an das Straßenumfeld noch verträglichen Verkehrsbelastung (Fz/Sp-h) wurde für die vier Kategorien dabei in adaptierter Form zu Mörner et al. (1984) sowie Bühlmann und Laube (2013) wie folgt festgesetzt und geht gemäß Bühlmann und Laube (2013) von der Annahme aus, dass in kleineren Städten bzw. in ländlichen Gebieten die Akzeptanz gegenüber dem Verkehr geringer ist als in größeren Städten (vgl. ebd.: 17). Zudem wurde hierbei davon ausgegangen, dass in Zentrumsbereichen weitaus höhere Anforderungen an die Aufenthaltsqualität und somit die Verträglichkeit gestellt werden als in Gewerbe- und Industriegebieten:

- Kategorie A 150 Fahrzeuge pro Spitzenstunde
- Kategorie B 250 Fahrzeuge pro Spitzenstunde
- Kategorie C 400 Fahrzeuge pro Spitzenstunde
- Kategorie D 1.000 Fahrzeuge pro Spitzenstunde

## 2.2.2 Bestimmung der tatsächlichen noch verträglichen Verkehrsbelastung: Adaptierung des Grundwerts durch Nutzung und Gestaltung des Straßenraums

Die im ersten Schritt unterschiedenen Kategorien bilden nur eine grobe Aufteilung. Innerhalb der jeweiligen Kategorien kann sich jedoch die Nutzung und Gestaltung des Straßenraums deutlich unterscheiden. Daher wird der im ersten Schritt festgesetzte Grundwert der noch verträglichen Verkehrsbelastung in weiterer Folge in Abhängigkeit von verschiedenen Bewertungskriterien adaptiert. Bei diesen Bewertungskriterien handelt es sich um

- a. Nutzung durch FußgängerInnen und RadfahrerInnen,
- b. Flächenaufteilung,
- c. Grün und Gestaltung,
- d. Geschwindigkeit,
- e. Schwerverkehr/Lkw-Anteil und
- f. Trennwirkung: Querungshilfen/Umwege für Fußverkehr.

Die Kriterien dienen als Kompensationsaspekte, mit denen sich die Höhe der verträglichen Verkehrsbelastung mit den übrigen Nutzungsansprüchen an den Straßenraum erhöht bzw. verringert. In Anlehnung an Mörner et al. (1984) und mittels geringfügiger Adaptierung dieser Werte führen die Verträglichkeitsstufen der jeweiligen Bewertungskriterien dabei zu der in Tabelle 2 ersichtlichen Kompensation bzw. Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung.

**Tabelle 2:** Überblick der Verträglichkeitsstufen je Bewertungskriterium und den entsprechenden Adaptierungswert für die Grundwerte der noch verträglichen Verkehrsbelastung

Verträglichkeitsstufe des jeweiligen Bewertungskriteriums	Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um
++ (gut verträglich)	+50 Fz/Sp-h
+ (verträglich)	+25 Fz/Sp-h
o (gerade noch verträglich)	±0 Fz/Sp-h
- (unverträglich)	-25 Fz/Sp-h
-- (völlig unverträglich)	-50 Fz/Sp-h

Quelle: eigene Darstellung nach Mörner et al. (1984)

### a) Nutzung durch FußgängerInnen und RadfahrerInnen

Mit dem Bewertungskriterium „Nutzung durch FußgängerInnen und RadfahrerInnen“ wird von der Annahme ausgegangen, dass der Kfz-Verkehr FußgängerInnen und RadfahrerInnen in ihren Aktivitäten im Straßenraum stört bzw. gefährdet. Die Bewertung folgt daher der Logik, dass mit einer zunehmenden Anzahl von FußgängerInnen und RadfahrerInnen, die sich auf einer Straße aufhalten, Kfz-Verkehr weniger verträglich ist. Hierzu wird die Anzahl der FußgängerInnen und RadfahrerInnen (also die durch Kfz-Verkehr Belästigten bzw. Gefährdeten) in der Spitzenstunde herangezogen und infolge die in Tabelle 3 ersichtlichen Verträglichkeitsstufen festgesetzt.

**Tabelle 3:** Verträglichkeitsstufen für das Kriterium „Nutzung durch FußgängerInnen und RadfahrerInnen“

Anzahl von FußgängerInnen und RadfahrerInnen auf der Straße in der Spitzenstunde	Verträglichkeitsstufen (Verträglichkeit des Kfz-Verkehrs mit dieser Anzahl von FußgängerInnen und RadfahrerInnen)
< 100	++ (gut verträglich)
über 100 bis 200	+ (verträglich)
über 200 bis 400	o (gerade noch verträglich)
über 400 bis 600	- (unverträglich)
über 600	-- (völlig unverträglich)

Quelle: eigene Darstellung nach Mörner et al. (1984)

### b) Flächenaufteilung

Mit dem Bewertungskriterium „Flächenaufteilung“ wird die Breite von Flächen für FußgängerInnen und RadfahrerInnen (Fußweg-, Radweg- und Grünstreifenflächen) im Verhältnis zur Kfz-Verkehrsfläche (der Fahrverkehrsfläche inklusive Mehrzweckspuren sowie Flächen für den ruhenden Kfz-Verkehr) evaluiert. Dabei wird davon ausgegangen, dass je geringer das Verhältnis zwischen der Breite der Fläche für FußgängerInnen und RadfahrerInnen im Straßenraum im Vergleich zur Breite der Kfz-Verkehrsfläche ist, desto weniger verträglich stellt sich der Kfz-Verkehr dar. Hierzu werden hinsichtlich des Verhältnisses zwischen der Breite der Fläche für FußgängerInnen und RadfahrerInnen zur Breite der Kfz-Verkehrsflächen die in Tabelle 4 enthaltenen Verträglichkeitsstufen festgesetzt.

**Tabelle 4:** Verträglichkeitsstufen für das Kriterium „Flächenaufteilung“

Verhältnis der Breite von Flächen für FußgängerInnen und RadfahrerInnen zur Breite der Kfz-Verkehrsflächen	Verträglichkeitsstufen (mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld)
> 1,00	++ (gut verträglich)
0,75 bis unter 1,00	+ (verträglich)
0,5 bis unter 0,75	o (gerade noch verträglich)
0,25 bis unter 0,5	- (unverträglich)
unter 0,25	-- (völlig unverträglich)

Quelle: eigene Darstellung nach Mörner et al. (1984)

### c) Grün und Gestaltung

Mit dem Bewertungskriterium „Grün und Gestaltung“ wird im Hinblick auf die Gestaltung eines Straßenraums mit Grünflächen und Bäumen bzw. damit zusammenhängenden gestalterischen Elemente eine Wertung vorgenommen. Hierbei wird von der Annahme ausgegangen, dass weniger Grünflächen und Bäume bzw. damit zusammenhängende gestalterische Elemente im Straßenraum die Aufenthaltsqualität verringern und damit Kfz-Verkehr weniger verträglich ist.

Die Bewertung erfolgt hierbei qualitativ (als Ersatz für quantifizierbare Merkmale wie die Anzahl der Bäume bzw. Anzahl der Grün- und Gestaltungselemente etc.), wobei dabei die in Tabelle 5 beschriebenen Kategorien und Verträglichkeitsstufen unterschieden werden.

**Tabelle 5:** Verträglichkeitsstufen für das Kriterium „Grün und Gestaltung“

<b>Grün und Gestaltung des Straßenraums</b>	<b>Verträglichkeitsstufen (mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld)</b>
Grün und sonstige gestalterische Elemente bestimmen eindeutig den Straßenraum und prägen den Charakter der Straße. Sie führen zu einer Unverwechselbarkeit der Straße mit hohem Erlebniswert.	++ (gut verträglich)
Grün und sonstige gestalterische Elemente sind objektiv wahrnehmbar. Sie überwiegen insgesamt gesehen im Erscheinungsbild der Straße noch gegenüber der technischen Verkehrsanlage.	+ (verträglich)
Grün und gestalterische Elemente heben sich in ihrer Wirkung gegen ungestaltete Flächen auf, Grün und Gestaltung prägen die Straße nicht.	o (gerade noch verträglich)
Grün und sonstige gestalterische Elemente sind vereinzelt vorhanden. Sie prägen nicht den Charakter der Straße, das technisch-funktionale Bild der Straße überwiegt.	– (unverträglich)
Grün und sonstige gestalterische Elemente fehlen ganz, der Straßenraum ist kahl und nackt.	– – (völlig unverträglich)

Quelle: eigene Darstellung nach Mörner et al. (1984)

#### d) Geschwindigkeit

Mit dem Bewertungskriterium „Geschwindigkeit“ werden gefahrene Geschwindigkeiten auf dem Straßenabschnitt begutachtet. Es wird davon ausgegangen, dass die gefahrenen Geschwindigkeiten die Nutzbarkeit der Straßenoberfläche durch AnwohnerInnen und die Sicherheit von nichtmotorisierten StraßennutzerInnen (z. B. bezüglich der Querbarkeit der Fahrbahn) maßgeblich beeinflussen und höhere gefahrene Geschwindigkeiten auf dem Straßenabschnitt Kfz-Verkehr weniger verträglich macht. Für die Bewertung werden hierbei die gefahrenen Geschwindigkeiten in Form von v85<sup>1</sup> herangezogen und infolge die in Tabelle 6 ersichtlichen Verträglichkeitsstufen festgesetzt.

**Tabelle 6:** Verträglichkeitsstufen für das Kriterium „Geschwindigkeit“

<b>Gefahrene Geschwindigkeiten der Kraftfahrzeuge (v85)</b>	<b>Verträglichkeitsstufen (mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld)</b>
< 30 km/h	++ (gut verträglich)
über 30 bis 35 km/h	+ (verträglich)
über 35 bis 40 km/h	o (gerade noch verträglich)
über 40 bis 50 km/h	– (unverträglich)
über 50 km/h	– – (völlig unverträglich)

Quelle: eigene Darstellung nach Mörner et al. (1984)

1 Die v85 ist jene Geschwindigkeit, die von 85 Prozent der Fahrzeuge nicht überschritten wird.

### e) Schwerverkehr/Lkw-Anteil

Das Bewertungskriterium „Schwerverkehr/Lkw-Anteil“ bewertet den Lkw-Anteil am Kfz-Verkehrsaufkommen in der Normalstunde. Es wird von der Annahme ausgegangen, dass Schwerverkehr bei insgesamt geringem Verkehrsaufkommen insbesondere durch Lärmemissionen, aber auch hinsichtlich der Verkehrssicherheit störend für AnliegerInnen wirkt. Für die Bewertung wird der Lkw-Verkehrsanteil am gesamten Kfz-Verkehrsaufkommen herangezogen und infolge die in Tabelle 7 beschriebenen Verträglichkeitsstufen festgesetzt.

**Tabelle 7:** Verträglichkeitsstufen für das Kriterium „Schwerverkehr/Lkw-Anteil“

Lkw-Anteil am gesamten Kfz-Verkehrsaufkommen	Verträglichkeitsstufen (mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld)
< 3 %	++ (gut verträglich)
über 3 bis 6 %	+ (verträglich)
über 6 bis 9 %	o (gerade noch verträglich)
über 9 bis 12 %	- (unverträglich)
über 12 %	-- (völlig unverträglich)

Quelle: eigene Darstellung nach Mörner et al. (1984)

### f) Trennwirkung: Querungshilfen/Umwege für Fußverkehr

Das Bewertungskriterium „Trennwirkung: Querungshilfen/Umwege für Fußverkehr“ bewertet die Anzahl der Querungshilfen im Verhältnis zur Länge des Straßenabschnitts. Es wird davon ausgegangen, dass je nach Bebauungsstruktur bzw. je nach den vorher definierten Kategorien zum Straßenumfeld eine angemessene Anzahl an Querungsstellen nötig ist, um das Querungsbedürfnis von FußgängerInnen möglichst gut und ohne längere Umwege zu gewährleisten. Um den finalen Indikatorwert zu erhalten, wird das Verhältnis der Anzahl der Querungshilfen zur Länge des Straßenabschnitts noch mit 100 multipliziert, wodurch beispielsweise ein Wert von 1,0 eine durchschnittliche Distanz von 100 Metern zwischen zwei Querungshilfen bedeutet (vgl. Häfliger et al. 2015: 80f.). Tabelle 8 gibt einen Überblick zu den jeweiligen Verträglichkeitsstufen je Straßenumfeld bzw. Bebauungsstruktur des Gebiets. Da eine Begegnungszone überall gequert werden kann, wird nach Häfliger et al. (2015) angenommen, dass diese mit dem Umfeld immer gut verträglich ist (vgl. ebd.: 81).

**Tabelle 8:** Verträglichkeitsstufen des Kriteriums „Trennwirkung: Querungshilfen/Umwege für Fußverkehr“

Verhältnis Anzahl der Querungshilfen zur Länge des Straßenabschnitts in Metern (*100)				Verträglichkeitsstufen (mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld)
A Einkauf/Zentrum	B Misch-nutzung	C Wohnen	D Gewerbe-/ Industriegebiet	
≥ 1,5	≥ 1,3	≥ 1,1	≥ 0,9	++ (gut verträglich)
≥ 1,2 bis unter 1,5	≥ 1,0 bis unter 1,3	≥ 0,8 bis unter 1,1	≥ 0,6 bis unter 0,9	+ (verträglich)
≥ 0,9 bis unter 1,2	≥ 0,7 bis unter 1,0	≥ 0,5 bis unter 0,8	≥ 0,3 bis unter 0,6	o (gerade noch verträglich)
≥ 0,6 bis unter 0,9	≥ 0,4 bis unter 0,7	≥ 0,2 bis unter 0,5	≥ 0,1 bis unter 0,3	- (unverträglich)
< 0,6	< 0,4	< 0,2	< 0,1	-- (völlig unverträglich)

Quelle: eigene Darstellung nach Häfliger et al. (2015: 81)

### 2.2.3 Erhebung der erforderlichen Daten zur Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit

Für die oben beschriebene Vorgangsweise zur Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit ist eine Bestimmung der relevanten Kriterien an den Straßenabschnitten vor Ort nötig. Zur Ermittlung der relevanten Daten für die Bewertung wurden eigene Erhebungen an allen untersuchten Straßenabschnitten durchgeführt. Hierbei wurden Verkehrszählungen zur Ermittlung der Anzahl der Fahrzeuge in der Spitzenstunde, der Anzahl von FußgängerInnen und RadfahrerInnen sowie des Lkw-Anteils vorgenommen. Die Verkehrszählungen wurden im November 2019 an Werktagen jeweils in der Zeit zwischen 15 und 16 Uhr entsprechend den Empfehlungen für Verkehrserhebungen – EVE (vgl. FGSV 2012) an allen Straßenabschnitten durchgeführt. Die weiteren benötigten Daten zu den jeweiligen Kriterien wurden (1) (näherungsweise) aus der österreichischen Graphenintegrationsplattform ermittelt (Kriterium „gefährdete Geschwindigkeiten (v85)“) oder (2) vor Ort erhoben (Kriterien „Flächenaufteilung“, „Grün und Gestaltung“ und „Trennwirkung: Querungshilfen“).

## 3. UNTERSUCHUNGSGEMEINDEN IN DER STADTREGION WIENS UND ANALYSIERTE STRASSENABSCHNITTE

**Abbildung 4:** Übersicht der untersuchten Straßenabschnitte in den vier Untersuchungsgemeinden



Hauptstraße, Mödling



Wiener Straße, Gumpoldskirchen



Industriestraße, Bad Vöslau



Hauptstraße, Leobersdorf

Quelle: Aggelos Soteropoulos

Die Untersuchung der Automated Drivability sowie der straßenräumlichen Verträglichkeit wurde in den vier Beispielmunicipalitäten

1. Mödling,
2. Gumpoldskirchen,
3. Bad Vöslau und
4. Leobersdorf

im Süden der Stadtregion Wien durchgeführt. Diese vier Gemeinden stehen stellvertretend für suburbane, eher ländlich geprägte Gemeinden in der Stadtregion Wien. Abbildung 5 zeigt die Lage der untersuchten Beispielmunicipalitäten in der Stadtregion Wien.

**Abbildung 5:** Lage der Untersuchungsgemeinden



Quelle: eigene Darstellung

Die Untersuchung der Automated Drivability fand im gesamten für den motorisierten Verkehr zugelassenen Straßennetz des Gemeindegebiets der jeweiligen vier Untersuchungsgemeinden statt, wobei das Straßennetz in Straßenabschnitte mit einer Länge von maximal 100 Metern aufgeteilt wurde, die als räumliche Bezugseinheiten für die Darstellung der Automated Drivability am geeignetsten erschienen (vgl. Su et al. 2019: 66).

Die Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit wurde beispielhaft für jeweils eine Straße bzw. einen Straßenabschnitt in den vier Untersuchungsgemeinden vorgenommen, darunter drei Ortsdurchfahrten und eine Gewerbestraße. Die Auswahl für diese vier Straßen erfolgte dabei einerseits aufgrund der Bedeutung dieser Straßentypen im suburbanen, zum Teil ländlich geprägten Raum sowie um andererseits auch die Heterogenität von Straßenräumen in diesen Gemeinden abzubilden bzw. zu berücksichtigen. Abbildung 4 zeigt einen Überblick der untersuchten Straßenabschnitte.

## **4. ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG**

Im Folgenden werden die Untersuchungsergebnisse in Bezug auf die Eignung der Straßenräume für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge (Automated Drivability) und die straßenräumliche Verträglichkeit erläutert sowie eine Zusammenschau beider Aspekte vorgenommen.

### **4.1 ERGEBNISSE ZUR EIGNUNG VON STRASSENÄUMEN FÜR DEN EINSATZ AUTOMATISierter FAHRZEUGE (AUTOMATED DRIVABILITY)**

Abbildung 6 gibt einen Überblick zur Bewertung der Eignung von Straßenräumen für automatisierte Fahrzeuge, d. h. der Automated Drivability, in den vier Beispielgemeinden:

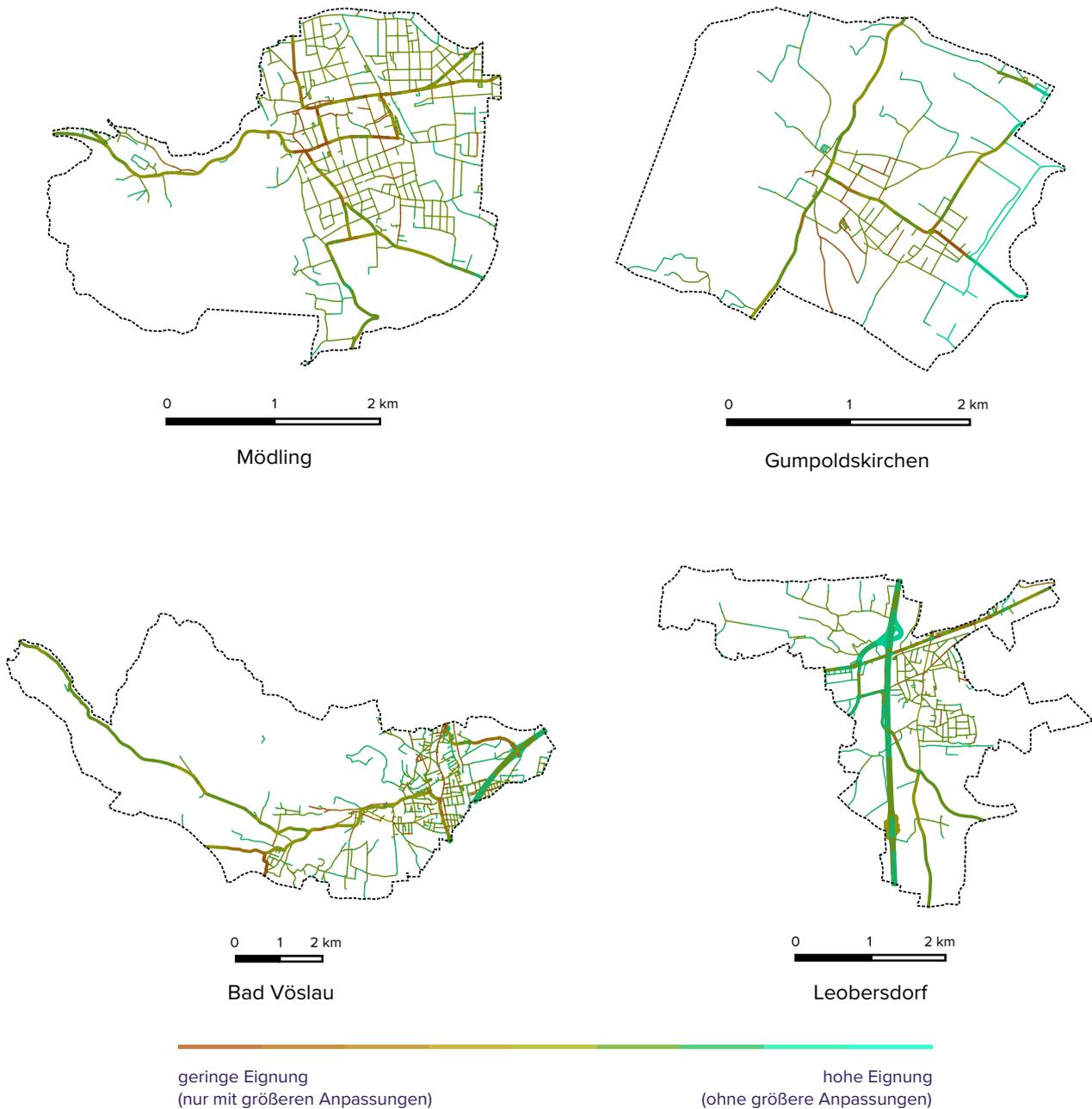
1. Mödling,
2. Gumpoldskirchen,
3. Bad Vöslau und
4. Leobersdorf.

Hohe Werte für die Automated Drivability und damit eine hohe Eignung für automatisierte Fahrzeuge zeigen sich in den Untersuchungsgemeinden insbesondere für Autobahnen, die im Osten von Bad Vöslau sowie westlich des Ortskerns von Leobersdorf erkennbar sind. Überdies sind hohe Werte für die Automated Drivability meist ebenso in jenen Teilen der Gemeinden erkennbar, welche sich in Anbindung an die Autobahnzu-/abfahrt befinden, so etwa nördlich des Ortskerns in Bad Vöslau oder westlich der Autobahn bzw. des Ortskerns in Leobersdorf. In Mödling sind hohe Werte der Automated Drivability nahezu ausschließlich im Gebiet um die Eisenbahnachse, in Gumpoldskirchen allenfalls im westlichen Teil der Gemeinde zu verzeichnen.

In den Ortskernen sowie auf einigen Zu-/Ausfahrtsstraßen der Untersuchungsgemeinden finden sich hingegen eher geringere Werte für die Automated Drivability. In Bad Vöslau sind

hierbei insbesondere für die parallel zur B212 vom Ortskern nach Norden verlaufende Straße niedrige Werte der Automated Drivability erkennbar, in Mödling im Speziellen für die Straßen im Ortskern bzw. die Straßenabschnitte an der Kreuzung B11 (Spitalmühlgasse) und Neusiedler Straße. In Gumpoldskirchen sind vor allem für die Straßenabschnitte rund um den Kreisverkehr im westlichen Teil der Gemeinde niedrige Werte der Automated Drivability erkennbar, in Leobersdorf zeigt sich diese Gegebenheit im gesamten Ortskern sowie im Speziellen für die quer durch den Ortskern verlaufende Hauptstraße.

**Abbildung 6:** Automated Drivability in den vier Untersuchungsgemeinden



Quelle: eigene Darstellung

## 4.2 ERGEBNISSE ZUR STRASSENÄUMLICHEN VERTRÄGLICHKEIT

Im Folgenden wird die straßenräumliche Verträglichkeit in den vier Untersuchungsgemeinden Mödling, Gumpoldskirchen, Bad Vöslau und Leobersdorf analysiert.

### 4.2.1 Grundwert der noch verträglichen Verkehrsbelastung und tatsächliche Verkehrsbelastung

**Tabelle 9:** Überblick zur Einordnung in das Straßenumfeld sowie den Grundwert der noch verträglichen Verkehrsbelastung bzw. Verträglichkeitsstufen für die untersuchten Straßenabschnitte

Straßenabschnitt, Gemeinde	Einordnung Straßenumfeld	Grundwert der noch verträglichen Verkehrsbelastung bzw. Verträglichkeitsstufen (Fz/Sp-h)
<p>Hauptstraße, Mödling</p> 	<p><b>Kategorie A</b> Einkauf/Zentrum</p>	<p>&lt; 75 (++) gut verträglich)  <b>75 bis 150 (+ verträglich)</b>            &gt; 150 bis 250 (o gerade noch verträglich)            &gt; 250 bis 400 (– unverträglich)            &gt; 400 (– – völlig unverträglich)</p>
<p>Wiener Straße, Gumpoldskirchen</p> 	<p><b>Kategorie B</b> Mischnutzung</p>	<p>&lt; 150 (++) gut verträglich)  <b>150 bis 250 (+ verträglich)</b>            &gt; 250 bis 400 (o gerade noch verträglich)            &gt; 400 bis 1.000 (– unverträglich)            &gt; 1.000 (– – völlig unverträglich)</p>
<p>Industriestraße, Bad Vöslau</p> 	<p><b>Kategorie D</b> Gewerbe- und Industriegebiet</p>	<p>&lt; 400 (++) gut verträglich)  <b>400 bis 1.000 (+ verträglich)</b>            &gt; 1.000 bis 1.200 (o gerade noch verträglich)            &gt; 1.200 bis 1.500 (– unverträglich)            &gt; 1.500 (– – völlig unverträglich)</p>
<p>Hauptstraße, Leobersdorf</p> 	<p><b>Kategorie A</b> Einkauf/Zentrum</p>	<p>&lt; 75 (++) gut verträglich)  <b>75 bis 150 (+ verträglich)</b>            &gt; 150 bis 250 (o gerade noch verträglich)            &gt; 250 bis 400 (– unverträglich)            &gt; 400 (– – völlig unverträglich)</p>

Quelle: eigene Darstellung nach Mörner et al. (1984) und Bühlmann/Laube (2013)

Tabelle 9 zeigt die Einordnung des Straßenumfelds der vier untersuchten Straßenabschnitte in die vorher beschriebenen Kategorien sowie die dazugehörigen Grundwerte der noch verträglichen Verkehrsbelastung. Die Straßenabschnitte in den Gemeinden Mödling und Leobersdorf wurden hierbei der Kategorie „A: Einkauf/Zentrum“ mit einem Grundwert der noch verträglichen Verkehrsbelastung von 150 Fz/ Sp-h zugeordnet. Der Straßenabschnitt in Gumpoldskirchen lässt sich hingegen am ehesten der Kategorie „B: Mischnutzung“ zuteilen und weist somit einen Grundwert der noch verträglichen Verkehrsbelastung von 250 Fz/ Sp-h auf. Der Straßenabschnitt in Bad Vöslau wurde der Kategorie „D: Gewerbe- und Industriegebiet“ zugeordnet und besitzt somit einen Grundwert der noch verträglichen Verkehrsbelastung von 1.000 Fahrzeugen in der Spitzenstunde.

## 4.2.2 Bestimmung der tatsächlichen noch verträglichen Verkehrsbelastung: Adaptierung des Grundwerts durch Nutzung und Gestaltung des Straßenraums

### a) Nutzung durch FußgängerInnen und RadfahrerInnen

Im Hinblick auf das Kriterium „Nutzung durch FußgängerInnen (FG) und RadfahrerInnen (RF)“ wurden sowohl für den Straßenabschnitt in Gumpoldskirchen (94 FG bzw. RF/Sp-h) als auch für jenen in Bad Vöslau (20 FG bzw. RF/Sp-h) unter 100 FußgängerInnen bzw. RadfahrerInnen in der Spitzenstunde gezählt. Daraus folgt die Einstufung, dass der Kfz-Verkehr mit dieser Anzahl von FußgängerInnen bzw. RadfahrerInnen gut verträglich ist und zu einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um +50 Fz/Sp-h führt.

Am Straßenabschnitt in Leobersdorf wurden 196 FußgängerInnen bzw. RadfahrerInnen pro Spitzenstunde erfasst, was den Kfz-Verkehr mit dieser Anzahl von FußgängerInnen bzw. RadfahrerInnen als verträglich einstufen lässt und zu einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um +25 Fz/Sp-h führt. Mit der auf dem Straßenabschnitt in Mödling erhobenen Anzahl an FußgängerInnen und RadfahrerInnen (504 FG bzw. RF/Sp-h) hingegen ist der Kfz-Verkehr unverträglich und führt zu einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um –25 Fz/Sp-h.

**Tabelle 10:** Einstufung und Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung für das Kriterium „Nutzung durch FußgängerInnen und RadfahrerInnen“

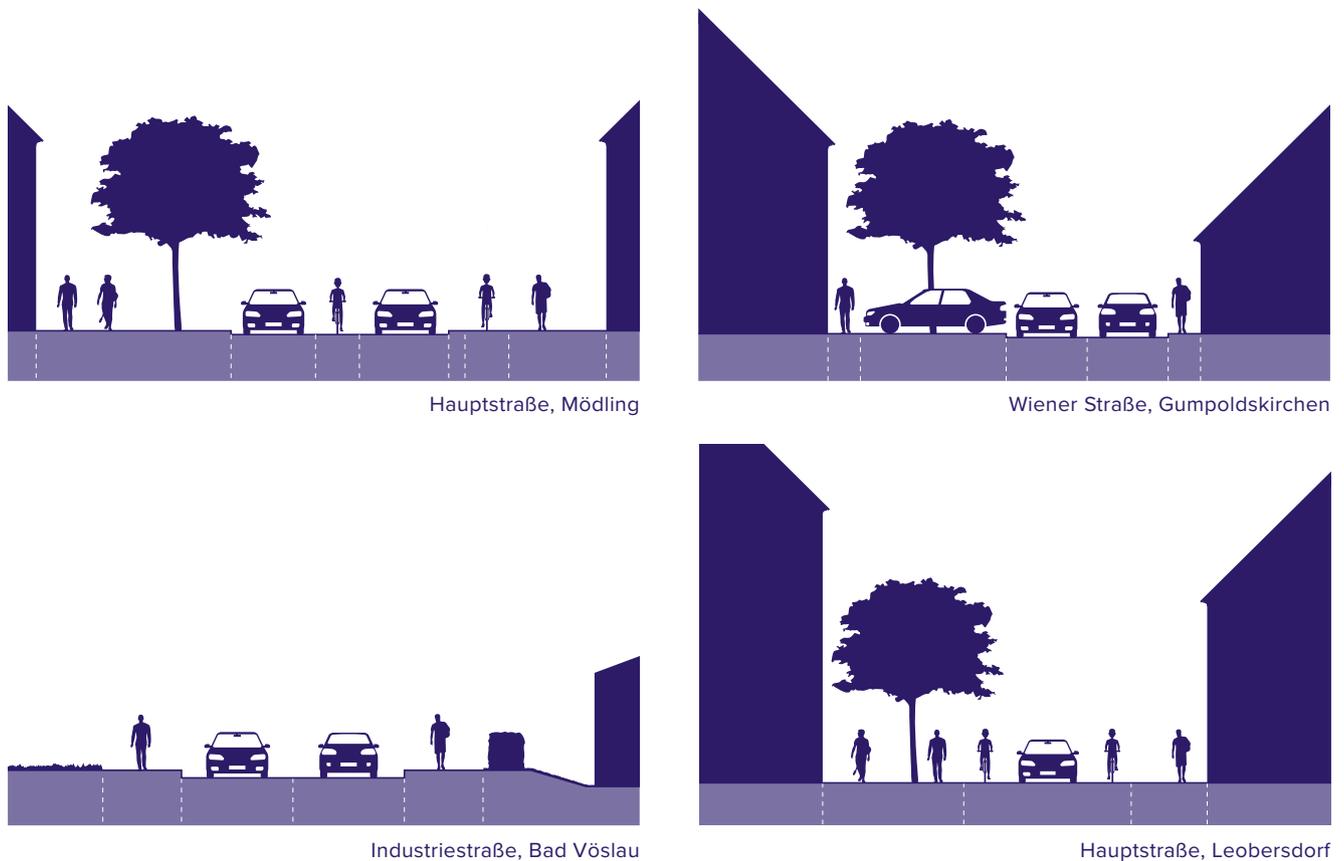
<b>Straßenabschnitt, Gemeinde</b>	<b>Anzahl von FußgängerInnen und RadfahrerInnen auf der Straße in der Spitzenstunde</b>	<b>Verträglichkeitsstufen (Verträglichkeit des Kfz-Verkehrs mit dieser Anzahl von FußgängerInnen und RadfahrerInnen)</b>	<b>Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung (Fz/Sp-h) um</b>
Hauptstraße, Mödling	504	– (unverträglich)	–25
Wiener Straße, Gumpoldskirchen	94	++ (gut verträglich)	+50
Industriestraße, Bad Vöslau	20	++ (gut verträglich)	+50
Hauptstraße, Leobersdorf	196	+ (verträglich)	+25

Quelle: eigene Darstellung

### b) Flächenaufteilung

Bezüglich des Kriteriums „Flächenaufteilung“, d. h. dem Verhältnis der Breite von Flächen für FußgängerInnen und RadfahrerInnen zur Breite der Kfz-Verkehrsflächen, zeigen sich zwischen den einzelnen Straßenabschnitten zum Teil deutliche Unterschiede. Abbildung 7 zeigt eine Darstellung der Querprofile der vier Straßenabschnitte.

**Abbildung 7:** Straßenquerprofile der vier Straßenabschnitte in den Untersuchungsgemeinden



Quelle: eigene Darstellung

Für den Straßenabschnitt in Gumpoldskirchen zeigt sich für das Verhältnis der Breite von Flächen für FußgängerInnen und RadfahrerInnen zur Breite der Kfz-Verkehrsflächen mit 0,18 ein sehr geringer Wert, was zu einer völlig unverträglichen Einstufung mit den Anliegeransprüchen und mit dem Umfeld und zu einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung von  $-50$  Fz/Sp-h führt. Auch für den Straßenabschnitt in Bad Vöslau zeigt sich mit 0,57 ein eher geringer Wert, was einer gerade noch verträglichen Einstufung mit den Anliegeransprüchen und mit dem Umfeld und einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung von  $\pm 0$  Fz/Sp-h zuzuordnen ist.

Für die Straßenabschnitte in Mödling und Leobersdorf zeigen sich mit Werten von 1,17 und 0,75 hingegen positiver zu bewertende Verhältnisse der Breite von Flächen für FußgängerInnen und RadfahrerInnen zur Breite der Kfz-Verkehrsflächen, die mit den Anliegeransprüchen verträglich bzw. gut verträglich sind. Dies führt zur Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um  $+50$  bzw.  $+25$  Fz Sp-h.

**Tabelle 11:** Einstufung und Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung für das Kriterium „Flächenaufteilung“

<b>Straßenabschnitt, Gemeinde</b>	<b>Verhältnis der Breite von Flächen für FußgängerInnen und RadfahrerInnen zur Breite der Kfz-Verkehrsflächen</b>	<b>Verträglichkeitsstufen (mit den Anliegeransprüchen und mit dem Umfeld)</b>	<b>Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung (Fz/Sp-h) um</b>
Hauptstraße, Mödling	1,17	++ (gut verträglich)	+50
Wiener Straße, Gumpoldskirchen	0,18	-- (völlig unverträglich)	-50
Industriestraße, Bad Vöslau	0,57	o (gerade noch verträglich)	±0
Hauptstraße, Leobersdorf	0,75	+ (verträglich)	+25

Quelle: eigene Darstellung

### c) Grün und Gestaltung

Hinsichtlich des Kriteriums „Grün und Gestaltung“ zeigt sich bei den Straßenabschnitten in Mödling und Leobersdorf, dass dort Grün und sonstige gestalterische Elemente eindeutig den Straßenraum prägen bzw. objektiv wahrnehmbar sind und dies mit den Anliegeransprüchen als gut verträglich bzw. verträglich eingeordnet werden kann. Dies führt zu einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um +25 bzw. +50 Fz/Sp-h. Für den Straßenabschnitt in Gumpoldskirchen wird hingegen erkennbar, dass sich Grün und gestalterische Elemente in ihrer Wirkung gegen ungestaltete Flächen eher aufheben, was mit den Anliegeransprüchen und mit dem Umfeld nur gerade noch verträglich ist (Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um ±0 Fz/Sp-h). Auf dem Straßenabschnitt in Bad Vöslau fehlen Grün und sonstige gestalterische Elemente ganz, was mit den Anliegeransprüchen und mit dem Umfeld völlig unverträglich ist und zu einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um -50 Fz/Sp-h führt.

### d) Geschwindigkeit

Bezüglich des Kriteriums „Geschwindigkeit“ zeigen sich in den vier Straßenabschnitten laut GIP unterschiedliche gefahrene Geschwindigkeiten der Kraftfahrzeuge ( $v_{85}$ )<sup>2</sup>. Mit 35 km/h bzw. 20 km/h finden sich auf dem Straßenabschnitt in Gumpoldskirchen und Leobersdorf relativ geringe gefahrene Geschwindigkeiten, die mit den Anliegeransprüchen und mit dem Umfeld gut verträglich bzw. verträglich sind und zu einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um +25 bzw. +50 Fz/Sp-h führen. Auf dem Straßenabschnitt in Mödling zeigt sich eine gefahrene Geschwindigkeit der Kraftfahrzeuge ( $v_{85}$ ) von 40 km/h, die mit den Anliegeransprüchen und mit dem Umfeld nur gerade noch verträglich ist (Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um ±0 Fz/Sp-h). Die gefahrenen Geschwindigkeiten der Kraftfahrzeuge ( $v_{85}$ ) auf dem Straßenabschnitt in Bad Vöslau betragen 50 km/h und sind damit mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld unverträglich, was zu einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um -25 Fz/Sp-h führt.

2 Die in der GIP enthaltenen  $v_{85}$ -Geschwindigkeiten stammen im Idealfall aus Messungen. Sofern im Rahmen der Datenübermittlung zur GIP keine zuverlässigeren Geschwindigkeiten bekannt sind, werden in der GIP je nach Straßenkategorien und unterschieden nach Freiland und Ortsgebiet Standardwerte (aus empirischen Untersuchungen) zur Eintragung vorgegeben (vgl. GIP.at 2019: 123).

**Tabelle 12:** Einstufung und Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung für das Kriterium „Grün und Gestaltung“

<b>Straßenabschnitt, Gemeinde</b>	<b>Grün und Gestaltung des Straßenraums</b>	<b>Verträglichkeitsstufen (mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld)</b>	<b>Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung (Fz/Sp-h) um</b>
Hauptstraße, Mödling	Grün und sonstige gestalterische Elemente sind objektiv wahrnehmbar. Sie überwiegen insgesamt gesehen im Erscheinungsbild der Straße noch gegenüber der technischen Verkehrsanlage.	+	+25
Wiener Straße, Gumpoldskirchen	Grün und gestalterische Elemente heben sich in ihrer Wirkung gegen ungestaltete Flächen auf, Grün und Gestaltung prägen die Straße nicht.	o	±0
Industriestraße, Bad Vöslau	Grün und sonstige gestalterische Elemente fehlen ganz, der Straßenraum ist kahl und nackt.	--	-50
Hauptstraße, Leobersdorf	Grün und sonstige gestalterische Elemente bestimmen eindeutig den Straßenraum und prägen den Charakter der Straße. Sie führen zu einer Unverwechselbarkeit der Straße mit hohem Erlebniswert.	++	+50

Quelle: eigene Darstellung

**Tabelle 13:** Einstufung und Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung für das Kriterium „Geschwindigkeit“

<b>Straßenabschnitt, Gemeinde</b>	<b>Gefahrene Geschwindigkeiten der Kraftfahrzeuge (v85)</b>	<b>Verträglichkeitsstufen (mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld)</b>	<b>Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung (Fz/Sp-h) um</b>
Hauptstraße, Mödling	40 km/h	o (gerade noch verträglich)	±0
Wiener Straße, Gumpoldskirchen	35 km/h	+ (verträglich)	+25
Industriestraße, Bad Vöslau	50 km/h	- (unverträglich)	-25
Hauptstraße, Leobersdorf	20 km/h	++ (gut verträglich)	+50

Quelle: eigene Darstellung

### e) Schwerverkehr/Lkw-Anteil

Hinsichtlich des Kriteriums „Schwerverkehr/Lkw-Anteil“ zeigt sich auf dem Straßenabschnitt in Bad Vöslau mit 5 Prozent der höchste Lkw-Anteil am gesamten Kfz-Verkehrsaufkommen, was mit den Anliegeransprüchen und mit dem Umfeld verträglich ist und zu einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um +25 Fz/Sp-h führt. Die gleiche Einstufung erfolgt auch für den Straßenabschnitt in Gumpoldskirchen, für welchen ein Lkw-Anteil von 4 Prozent erkennbar ist. Sowohl der Straßenabschnitt in Mödling als auch jener in Leobersdorf weist mit 1 bzw. 2 Prozent sehr geringe Lkw-Anteile auf, was mit den Anliegeransprüchen und mit dem Umfeld gut verträglich ist und zu einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um +50 Fz/Sp-h führt.

**Tabelle 14:** Einstufung und Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung für das Kriterium „Schwerverkehr/Lkw-Anteil“

<b>Straßenabschnitt, Gemeinde</b>	<b>Lkw-Anteil am gesamten Kfz-Verkehrsaufkommen</b>	<b>Verträglichkeitsstufen (mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld)</b>	<b>Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung (Fz/Sp-h) um</b>
Hauptstraße, Mödling	1 %	++ (gut verträglich)	+50
Wiener Straße, Gumpoldskirchen	4 %	+ (verträglich)	+25
Industriestraße, Bad Vöslau	5 %	+ (verträglich)	+25
Hauptstraße, Leobersdorf	2 %	++ (gut verträglich)	+50

Quelle: eigene Darstellung

### f) Trennwirkung: Querungshilfen/Umwege für Fußverkehr

Hinsichtlich des Kriteriums „Trennwirkung: Querungshilfen/Umwege für Fußverkehr“ zeigt sich bei den Straßenabschnitten in Mödling und Gumpoldskirchen eine im Vergleich zur Länge

**Tabelle 15:** Einstufung und Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung für das Kriterium „Trennwirkung: Querungshilfen/Umwege für Fußverkehr“

<b>Straßenabschnitt, Gemeinde</b>	<b>Kategorie Straßenumfeld</b>	<b>Verhältnis der Anzahl der Querungshilfen zur Länge des Straßenabschnitts (*100)</b>	<b>Verträglichkeitsstufen (mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld)</b>	<b>Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung (Fz/Sp-h) um</b>
Hauptstraße, Mödling	A	0,87	– (unverträglich)	–25
Wiener Straße, Gumpoldskirchen	B	0,48	– (unverträglich)	–25
Industriestraße, Bad Vöslau	D	0,58	o (gerade noch verträglich)	±0
Hauptstraße, Leobersdorf	A	Begegnungszone	++ (gut verträglich)	+50

Quelle: eigene Darstellung

des Straßenabschnitts und zum Straßenumfeld geringe Anzahl von Querungshilfen, die mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld unverträglich sind und jeweils zu einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um  $-25$  Fz/Sp-h führen. Beim Straßenabschnitt in Bad Vöslau ist die Anzahl der Querungshilfen im Vergleich zur Länge des Straßenabschnitts gerade noch mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld verträglich (Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um  $\pm 0$  Fz/Sp-h). Der Straßenabschnitt in Leobersdorf hingegen ist aufgrund der existierenden Begegnungszone hinsichtlich Querungshilfen mit den Anliegeransprüchen und dem Umfeld gut verträglich, was zu einer Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung um  $+50$  Fz/Sp-h führt.

### 4.2.3 Zusammenfassende Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit

Tabelle 16 (auf der folgenden Seite) gibt einen zusammenfassenden Überblick zu den

- a. Grundwerten der noch verträglichen Verkehrsbelastung,
- b. den adaptierten Gesamtwerten der verträglichen Verkehrsbelastung bzw. der Verträglichkeitsstufen und
- c. zur tatsächlichen Verkehrsbelastung sowie
- d. zur Einstufung der straßenräumlichen Verträglichkeit

für alle vier untersuchten Straßenabschnitte.

Außer für den Straßenabschnitt in Bad Vöslau (bei den Grundwerten der jeweiligen Verträglichkeitsstufen durch die Adaptierung ergibt sich keine Veränderung, der Grundwert der verträglichen Verkehrsbelastung liegt auch nach der Adaptierung bei  $1.000$  Fz/Sp-h) fällt die Adaptierung des Grundwerts der noch verträglichen Verkehrsbelastung in den anderen drei Gemeinden positiv aus.

Für den Straßenabschnitt in Mödling erhöhen sich die Grundwerte der jeweiligen Verträglichkeitsstufen um  $75$  Fz/Sp-h, der adaptierte Grundwert der verträglichen Verkehrsbelastung liegt somit bei  $225$  Fz/Sp-h, in Gumpoldskirchen erhöhen sich die Grundwerte der jeweiligen Verträglichkeitsstufen um  $25$  Fz/Sp-h, der adaptierte Grundwert der verträglichen Verkehrsbelastung liegt somit bei  $275$  Fz/Sp-h. In Leobersdorf erhöhen sich die Grundwerte der jeweiligen Verträglichkeitsstufen für den Straßenabschnitt um  $250$  Fz/Sp-h, wodurch sich ein adaptierter Grundwert der verträglichen Verkehrsbelastung von  $400$  Fz/Sp-h ergibt.

Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Verkehrsbelastung (Fz/Sp-h) in den einzelnen Straßenabschnitten und der adaptierten Verträglichkeitsstufen für die vier Straßenabschnitte zeigt sich somit, dass allein für den Straßenabschnitt in Gumpoldskirchen die tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung des Straßenabschnitts mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld gut verträglich ist. Für den Straßenabschnitt in Bad Vöslau ist die tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld gerade noch verträglich. Hingegen ist die tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung auf den Straßenabschnitten in Mödling und Leobersdorf mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld unverträglich.

**Tabelle 16:** Zusammenfassende Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit

Adaptierung der Grundwerte (Fz/Sp-h)											
Strassenabschnitt, Gemeinde	Grundwert der verträglichen Verkehrsbelastung (Fz/Sp-h)	Nutzung durch Fußgänger:innen und Radfahrer:innen	Flächenaufteilung	Grün und Gestaltung	Geschwindigkeit	Schwerverkehr/ Lkw-Anteil	Trennwirkung: Querungshilfen	Adaptierung gesamt	Adaptierte Gesamtwerte (Fz/Sp-h)	Tatsächliche Verkehrsbelastung (Fz/Sp-h)	Einstufung Verträglichkeit
 Hauptstraße, Mödling	150	-25	+50	+25	±0	+50	-25	<b>+75</b>	< 150 (++)	454	- unverträglich
									150 bis <b>225</b> (+)		
 Wiener Straße, Gumpoldskirchen	250	+50	-50	±0	+25	+25	-25	<b>+25</b>	< 175 (++)	158	++ gut verträglich
									175 bis <b>275</b> (+)		
 Industriestraße, Bad Vöslau	1.000	+50	±0	-50	-25	+25	±0	<b>±0</b>	< 400 (++)	1.032	o gerade noch verträglich
									400 bis <b>1.000</b> (+)		
 Hauptstraße, Leobersdorf	150	+25	+25	+50	+50	+50	+50	<b>+250</b>	< 325 (++)	512	- unverträglich
									325 bis <b>400</b> (+)		

Quelle: eigene Darstellung

## 4.3 ZUSAMMENSCHAU DER ERGEBNISSE ZUR AUTOMATED DRIVABILITY UND STRASSENÄUMLICHEN VERTRÄGLICHKEIT

**Tabelle 17:** Gegenüberstellung der Bewertung von Automated Drivability und straßenräumlicher Verträglichkeit für alle untersuchten Straßenabschnitte

Straßenabschnitt, Gemeinde	Einstufung Automated Drivability	Einstufung Verträglichkeit
Hauptstraße, Mödling 	eher gering (0,641)	– unverträglich
Wiener Straße, Gumpoldskirchen 	gering bis mittel (0,665)	++gut verträglich
Industriestraße, Bad Vöslau 	eher hoch (0,762)	o gerade noch verträglich
Hauptstraße, Leobersdorf 	gering (0,592)	– unverträglich

Quelle: eigene Darstellung

In Tabelle 17 wird die Bewertung der Straßenabschnitte hinsichtlich der straßenräumlichen Verträglichkeit jener der Automated Drivability, d. h. der Eignung für automatisierte Fahrzeuge, gegenübergestellt. In der Tendenz zeigt sich dabei, dass bei den Straßenabschnitten in Mödling und Leobersdorf, die eine eher geringe Einstufung der Automated Drivability aufweisen, die tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung mit den Ansprüchen des Straßenumfelds unverträglich ist. Beim Straßenabschnitt in Bad Vöslau, der eine eher hohe Eignung für automatisierte Fahrzeuge aufweist, ist die tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung mit den Ansprüchen des Straßenumfelds hingegen gerade noch verträglich. Beim Straßenabschnitt in Gumpoldskirchen, der eine geringe bis mittlere Eignung für automatisierte Fahrzeuge aufweist, ist die tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung mit den Ansprüchen des Straßenumfelds hingegen sogar gut verträglich.

## 5. DISKUSSION UND FAZIT

Im Rahmen des Beitrag erfolgte eine Untersuchung der Eignung von Straßenräumen für automatisierte Fahrzeuge (Automated Drivability) im Stadt-Land-Kontinuum am Beispiel von vier verschiedenen Gemeinden in der Stadtregion Wien. Zudem wurde an einzelnen beispielhaften Straßenabschnitten in den vier Untersuchungsgemeinden eine Analyse der straßenräumlichen Verträglichkeit durchgeführt, d. h. es wurde untersucht, inwieweit die derzeitige tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung an den Straßenabschnitten mit den Ansprüchen des Straßenumfelds verträglich ist. Anschließend wurden beide Bewertungen für die vier Straßenabschnitte einander gegenübergestellt.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich in den oftmals historischen Ortskernen der Untersuchungsgemeinden eher geringe Werte der Automated Drivability zeigen und diese Straßen somit für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge eher schlecht geeignet sind. Typischerweise handelt es sich hierbei um enge Straßen mit Geschäften und einem höheren Aufkommen an FußgängerInnen und RadfahrerInnen, welche erschwerte Bedingungen für automatisierte Fahrzeuge aufweisen. Automatisierte Fahrzeuge sind hierbei allenfalls mit sehr geringen Geschwindigkeiten oder durch entsprechende Infrastrukturanpassungen (baulich, digital) denkbar. Besonders auf den Abschnitten der Autobahnen sowie in manchen Teilen der Gemeinden außerhalb des Ortskerns – und hier insbesondere in Gewerbe- oder Wohngebieten mit geringen Geschwindigkeitsniveaus – ist hingegen eine höhere Eignung für automatisierte Fahrzeuge erkennbar. Automatisierte Fahrzeuge könnten hier leichter und mit einer geringeren Notwendigkeit von Anpassungen unterwegs sein.

Hinsichtlich der straßenräumliche Verträglichkeit zeigen sich für die drei ausgewählten Straßenabschnitte von Ortsdurchfahrten sowie für den ausgewählten Straßenabschnitt im Industriegebiet sehr unterschiedliche Ergebnisse. Allein für die Ortsdurchfahrt in Gumpoldskirchen ist die derzeitige tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung der Straße mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld verträglich. Bei den anderen Ortsdurchfahrten (Mödling und Leobersdorf) zeigt sich hingegen, dass die tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld unverträglich ist. Für den Straßenabschnitt im Industriegebiet in Bad Vöslau ist die tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung der Straße mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld gerade noch verträglich.

In der Zusammenschau beider Bewertungen zeigt sich die Tendenz, dass bei den Straßenabschnitten, die eine eher geringe Einstufung der Automated Drivability, d. h. eine eher geringe Eignung für automatisierte Fahrzeuge aufweisen (Mödling und Leobersdorf), die tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung mit den Ansprüchen des Straßenumfelds unverträglich ist. Beim Straßenabschnitt in Gumpoldskirchen, der eine geringe bis mittlere Eignung für automatisierte Fahrzeuge aufweist, ist dies jedoch nicht in dem Ausmaß der Fall und die tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung ist mit den Ansprüchen des Straßenumfelds verträglich. Beim Straßenabschnitt in Bad Vöslau, der eine eher hohe Eignung für automatisierte Fahrzeuge aufweist, ist die tatsächliche Kfz-Verkehrsbelastung mit den Ansprüchen des Straßenumfelds gerade noch verträglich.

Für die Planung zeigt dies, dass die Bewertung der Eignung für automatisierte Fahrzeuge einen Beitrag leisten kann, um zu identifizieren, in welchen Gebieten automatisierte Fahrzeuge aus technologisch-infrastruktureller Sicht eher bzw. mit weniger Anpassungen im Straßenraum denkbar sind. Es sollte jedoch für mögliche Einsatzgebiete automatisierter Fahrzeuge überdies genau untersucht werden, ob die derzeit vorhandene Kfz-Verkehrsbelastung mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld verträglich ist – hier zeigt sich in der Untersuchung der Straßenabschnitte, dass bereits die derzeitige Situation zum Teil problematisch ist. Ist sie mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld tatsächlich nicht verträglich, sollte in diesen Bereichen von einem Einsatz automatisierter Fahrzeuge, der mit einer erhöhten bzw. zusätzlichen Verkehrsstärke und einer dichteren Fahrzeugfolge verbunden ist und die Durchlässigkeit des Straßenraums für andere VerkehrsteilnehmerInnen noch weiter verringert, möglicherweise abgesehen werden.

Tabelle 18 (siehe folgende Seite) gibt hierzu nochmals einen Überblick zur Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit der unterschiedlichen Straßenabschnitte unter Berücksichtigung einer Zunahme der Verkehrsleistung im Zuge von automatisierten Fahrzeugen. Die Metastudie von Soteropoulos et al. (2019b) beschreibt im Hinblick auf die Wirkungen bei der Verkehrsleistung – aufgrund von Verlagerungen von anderen Verkehrsmodi und Leerfahrten – bei privaten automatisierten Fahrzeugen Spannen zwischen +1 und +59 Prozent und bei automatisiertem Car-Sharing zwischen +8 und +80 Prozent. Eine Reduktion des Verkehrsaufwands in der Spanne von –25 bis –10 Prozent zeigt sich allein bei der Annahme eines sehr hohen Anteils von Ride-Sharing und damit eines hohen Besetzungsgrades (vgl. Soteropoulos et al. 2019b: 40). Für eine genaue Abbildung der Zunahme in der Verkehrsleistung durch automatisierte Fahrzeuge in den jeweiligen Straßenabschnitten wäre ein Verkehrsnachfragemodell notwendig, um die jeweiligen Anwendungsfälle automatisierter Fahrzeuge wie private automatisierte Fahrzeuge oder automatisierte Fahrzeuge des Car- oder Ride-Sharing (und die damit verbundenen Annahmen) für die Straßenabschnitte in den Beispielgemeinden spezifisch zu modellieren. Da eine solche Modellierung im Rahmen dieser Untersuchung jedoch nicht möglich ist, werden für die Betrachtung in der Tabelle daher exemplarisch Zunahmen in der Verkehrsleistung von +5 bis +30 Prozent herangezogen und jeweils die Einstufung der Verträglichkeit betrachtet.

Es zeigt sich, dass bereits eine geringe Zunahme der Verkehrsbelastung (+5 Prozent) durch automatisierte Fahrzeuge beim Straßenabschnitt in Mödling mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld völlig unverträglich ist. Dies ist unter Berücksichtigung einer höheren Zunahme der Verkehrsbelastung (+30 Prozent) ebenso beim Straßenabschnitt in Leobersdorf der Fall. Auch beim Straßenabschnitt in Bad Vöslau führt bereits eine Zunahme der Verkehrsbelastung durch automatisierte Fahrzeuge von 20 Prozent dazu, dass diese mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld unverträglich ist. Allein beim Straßenabschnitt in Gumpoldskirchen zeigt sich, – aufgrund des geringen Ausgangswertes in der Verkehrsbelastung –, dass auch eine Zunahme der Verkehrsbelastung durch automatisierte Fahrzeuge um bis zu 30 Prozent mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld verträglich ist.

**Tabelle 18:** Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit unter Berücksichtigung einer Zunahme der Verkehrsbelastung durch automatisierte Fahrzeuge

Straßenabschnitt, Gemeinde	Adaptierte Gesamtwerte (Fz/Sp-h)	Zunahme der Verkehrsbelastung durch automatisierte Fahrzeuge	Verkehrs- belastung (Fz/Sp-h)	Einstufung Verträglichkeit	
Hauptstraße, Mödling		< 150 (++) 150 bis 225 (+) > 225 bis 325 (o) > 325 bis 475 (-) > 475 (- -)	±0 % +5 % +10 % +20 % +30 %	454 477 499 545 590	- unverträglich - - völlig unverträglich - - völlig unverträglich - - völlig unverträglich - - völlig unverträglich
Wiener Straße, Gumpoldskirchen		< 175 (++) 175 bis 275 (+) > 275 bis 425 (o) > 425 bis 1.025 (-) > 1.025 (- -)	±0 % +5 % +10 % +20 % +30 %	158 166 174 190 205	++ gut verträglich ++ gut verträglich ++ gut verträglich + verträglich + verträglich
Industriestraße, Bad Vöslau		< 400 (++) 400 bis 1.000 (+) > 1.000 bis 1.200 (o) > 1.200 bis 1.500 (-) > 1.500 (- -)	±0 % +5 % +10 % +20 % +30 %	1.032 1.084 1.135 1.238 1.342	o gerade noch verträglich o gerade noch verträglich o gerade noch verträglich - unverträglich - unverträglich
Hauptstraße, Leobersdorf		< 325 (++) 325 bis 400 (+) > 400 bis 500 (o) > 500 bis 650 (-) > 650 (- -)	±0 % +5 % +10 % +20 % +30 %	512 538 563 614 666	- unverträglich - unverträglich - unverträglich - unverträglich - - völlig unverträglich

Quelle: eigene Darstellung

Ist in Straßenräumen die derzeit vorhandene Kfz-Verkehrsbelastung mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld nicht verträglich, kann somit davon ausgegangen werden, dass – abhängig von der jeweiligen Zunahme der Verkehrsbelastung durch automatisierte Fahrzeuge – der Einsatz automatisierter Fahrzeuge dazu führt, dass die Straßenräume noch unverträglicher mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld werden. Hier sollte der Straßenraum stattdessen verträglicher für die Ansprüche aus dem Straßenumfeld gestaltet werden (z. B. Verringerung

der Geschwindigkeit, weitere Übergangshilfen zur direkten Querung, Umnutzung von Parkplatzflächen) bzw. der Einsatz automatisierter Fahrzeuge an diese Maßnahmen gekoppelt sein (vgl. Anciaes/Jones 2016: 4). Um darüber hinaus auch die Zunahme bei der Verkehrsleistung durch automatisierte Fahrzeuge zu verringern, sind ebenso Maßnahmen wie ein dynamisches „Road Pricing“ bzw. „Mobility Pricing“, d. h. eine Kontingentierung von Fahrzeugen bzw. gefahrenen Kilometern in bestimmten Abschnitten, oder Maßnahmen zur Erhöhung des Besetzungsgrades (z. B. Verbote oder Abgabe für Leerfahrten) sinnvoll (vgl. Soteropoulos et al. 2019a: 133). Auch der Einsatz automatisierter Fahrzeuge im öffentlichen Verkehr kann dienlich sein, es sollte jedoch genau abgewogen werden, ob dies – insbesondere auch wenn baulich-infrastrukturelle Anpassungen nötig sind – mit den Ansprüchen aus dem Straßenumfeld verträglich ist. Zum Zusammenhang von der Eignung von Straßenräumen für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge aus technologisch-infrastruktureller Sicht und der Verträglichkeit von Straßenräumen wären hierbei weitere umfassende Untersuchungen von Bedeutung.

Zusätzlicher Forschungsbedarf besteht auch im Hinblick darauf, inwieweit Adaptierungen zur Verbesserung der straßenräumlichen Verträglichkeit oder Maßnahmen zur Ermöglichung bestimmter Anwendungsfälle automatisierten Fahrens (wie etwa Hop-On-Hop-Off-Bereiche für das Ein- und Aussteigen in automatisierte Fahrzeugflotten; vgl. Beitrag 8 von Bruck et al. in diesem Band) auf die Eignung dieser Straßenräume für automatisierte Fahrsysteme und umgekehrt wirken. Bei den Ergebnissen des durchgeführten Verfahrens zur Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit sollten jedoch mehrere Aspekte berücksichtigt werden bzw. besteht weiterer Forschungsbedarf:

- a. Die Zählungen des Kfz-Verkehrs sowie von FußgängerInnen und RadfahrerInnen an den Straßenabschnitten müssten in umfassenderer Weise durchgeführt werden, um die Erkenntnisse weiter zu schärfen<sup>3</sup>. Einerseits wurden die Verkehrszählungen im November durchgeführt, einem Monat, in welchem aus saisonalen Gründen deutlich weniger RadfahrerInnen und FußgängerInnen in den jeweiligen Straßenabschnitten unterwegs sind als zu anderen Jahreszeiten. Andererseits fand die Verkehrszählung nicht für alle VerkehrsteilnehmerInnen zur jeweiligen Spitzenstunde statt (z. B. FußgängerInnen 12 bis 14 Uhr und 16 bis 18 Uhr, RadfahrerInnen 12 bis 14 Uhr, Kfz-Verkehr 7 bis 11 Uhr und 15 bis 19 Uhr; vgl. FGSV 2012: 28), sondern wurde jeweils im Zeitraum von 15 bis 16 Uhr durchgeführt, sodass die Ergebnisse der Verkehrszählung vom tatsächlichen Aufkommen der VerkehrsteilnehmerInnen in der jeweiligen Spitzenstunde abweichen können. Es ist deshalb davon auszugehen, dass sich die Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit bei einigen der untersuchten Straßenabschnitte tendenziell etwas schlechter darstellt, da vermutlich jeweils mehr VerkehrsteilnehmerInnen in den jeweiligen Spitzenstunden unterwegs sind, als im Rahmen der derzeitigen Bewertung berücksichtigt wurde. Neben umfangreicheren manuellen Verkehrszählungen könnten hierbei auch automatische Verkehrszählungen, beispielsweise durch Seitenradargeräte, zum Einsatz kommen und das tatsächliche Verkehrsaufkommen an den Straßenquerschnitten deutlich genauer abbilden (vgl. FGSV 2012: 35). Zudem müssten auch die aus der GIP abgeleiteten Werte für die v85-Geschwindigkeit der Fahrzeuge bei den Straßenabschnitten im Hinblick auf ihre Validität überprüft werden. Hier geht es mittels umfangreicher Geschwindigkeitsmessungen auch darum, gewisse Varianzen in den gefahrenen Geschwindigkeiten miteinzuschließen (z. B. unterschiedliche Tageszeit: höhere Fahrzeugdichte und geringere Geschwindigkeiten zu Stoßzeiten, höhere Geschwindigkeiten in der Nacht), um so die v85-Geschwindigkeit der Fahrzeuge detaillierter abzubilden.

---

3 Die Verkehrszählungen zur Ermittlung der Anzahl der Fahrzeuge in der Spitzenstunde, der Anzahl von FußgängerInnen und RadfahrerInnen sowie des Lkw-Anteils wurden von Michael Haudum im Rahmen seiner Diplomarbeit durchgeführt.

- b. Der Festlegung des Grundwerts der verträglichen Verkehrsbelastung kommt im Rahmen des Verfahrens zur Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit eine besonders bedeutende Rolle zu. Zwar wurde bei der Festsetzung auf die in der Studie von Mörner et al. (1984) sowie Bühlmann und Laube (2013) verwendeten Grundwerte zurückgegriffen und diese geringfügig adaptiert, sinnvoll ist es jedoch, mit Hilfe von weiteren exemplarischen Straßenabschnitten eine Sensitivitätsanalyse hinsichtlich der Grundwerte durchzuführen.
- c. Der zur Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit verwendete Kompensatorische Ansatz berücksichtigt zahlreiche Aspekte nur unzureichend, die jedoch im Hinblick auf eine Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit von Relevanz wären. Einerseits fehlen relevante Faktoren wie beispielsweise die Barrierefreiheit für FußgängerInnen gänzlich. Wenngleich sich hinsichtlich der Berücksichtigung zusätzlicher Aspekte immer ein Spannungsfeld zwischen der Anwendbarkeit des Ansatzes aufgrund verfügbarer Daten und der Detaillierungstiefe des Ansatzes bzw. der Anzahl der berücksichtigten Aspekte bezüglich der straßenräumlichen Verträglichkeit ergeben, scheint die Berücksichtigung von einigen weiteren Faktoren durchaus von Relevanz, um die straßenräumliche Verträglichkeit umfassender abzubilden. Zur Berücksichtigung weiterer Gesichtspunkte können hierbei auf die von Gehl Architects (2009) beschriebenen Qualitätskriterien für den öffentlichen Raum zurückgegriffen werden bzw. können im Nachgang zur Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit im Sinne eines zweistufigen Verfahrens zudem die von Gehl Architects beschriebenen Kriterien bewertet werden (vgl. Gehl Architects 2009: 43).
- d. Andererseits werden Aspekte wie beispielsweise (1) die Flächenaufteilung zwischen Kfz und FußgängerInnen bzw. RadfahrerInnen oder (2) Grünflächen und Gestaltungselemente im Straßenraum aufgrund der Logik des Kompensatorischen Ansatzes jeweils nur als ein Kriterium von mehreren berücksichtigt, anhand derer auch nur eine Kompensation der verträglichen Verkehrsbelastung vorgenommen wird. Die Ergebnisse für den Straßenabschnitt in Gumpoldskirchen – hier finden sich Gehsteigbreiten, die sich an der Grenze der Mindeststandards bewegen (vgl. FSV 2015), im Ergebnis ist jedoch eine gute Verträglichkeit ersichtlich – zeigen jedoch, dass Themen wie eine ausreichende Gehsteigbreite für FußgängerInnen im Rahmen des Ansatzes nur unzureichend berücksichtigt werden. Eine Adaptierung des Kompensatorischen Ansatzes mit einer höheren Gewichtung (höhere Kompensationswerte) erscheint bezüglich der Flächenaufteilung zwischen Kfz und FußgängerInnen bzw. RadfahrerInnen von Wichtigkeit. Dies gilt auch in Bezug auf Grünflächen, denen vor dem Hintergrund des Klimawandels und ihrer Möglichkeiten, Hitzeinselnbildungen entgegenzuwirken (vgl. Sandholz/Sett 2019: 11), eine größere Bedeutung bei der Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit zukommen sollte.
- e. Vor dem Hintergrund der Bewertung der straßenräumlichen Verträglichkeit im Zusammenhang mit dem automatisierten Fahren sollte das Verfahren stärker mit den Wirkungen automatisierter Fahrzeuge verknüpft werden bzw. umfassender um diesbezügliche Aspekte erweitert werden. Ein Beispiel hierfür ist die mit der dichteren Fahrfolge von automatisierten Fahrzeugen verbundene Trennwirkung für den Straßenraum. Im Rahmen dieses Artikels wurde das Verfahren bereits um die Berücksichtigung von Querungshilfen erweitert. Weitere Berücksichtigung sollte jedoch beispielsweise auch die Bewertung des Querungsbedürfnisses finden. Hier geht es durch eine detaillierte Untersuchung des Querungsverhaltens von FußgängerInnen und RadfahrerInnen darum, abzuschätzen, ob es aus Sicht der FußgängerInnen und RadfahrerInnen ein punktuelles Querungsbedürfnis gibt, für das punktuelle Querungsstellen ausreichen oder ein lineares Querungsbedürfnis (z. B. in Geschäftsstraßen) oder ein flächiges (z. B. an Bahnhofsvorplätzen) vorliegt (vgl. Häfliger et al. 2015: 80). Hier gilt auch zu berücksichtigen, dass gemäß FGSV (2002) bei Straßen mit zwei Fahrstreifen bis 8,50 Meter Fahrbahnbreite

te eine Querung durch FußgängerInnen kaum möglich ist, wenn (1) die Verkehrsstärke mehr als 1.000 Kfz/Sp-h und die Geschwindigkeit 50 km/h beträgt oder wenn (2) die Verkehrsstärke mehr als 500 Kfz/Sp-h und die Geschwindigkeit mehr als 50 km/h beträgt. In diesen beiden Fällen werden in jedem Fall Querungsanlagen benötigt (vgl. FGSV 2002). Gleichfalls wäre in diesem Zusammenhang auch eine Bewertung der Wartezeit bei Querungshilfen (wie Verkehrslichtsignalanlagen und Schutzwegen) von Relevanz.

- f. Eine umfassendere Berücksichtigung dieser Kriterien ist von besonderer Bedeutung, nicht nur um abzuschätzen, wie viel Mehrverkehr durch automatisierte Fahrzeuge für den Straßenraum verträglich ist, sondern inwiefern auch die Kapazitätssteigerung ermöglichende dichtere Fahrzeugfolge von automatisierten Fahrzeugen mit dem Straßenumfeld verträglich ist und welche Maßnahmen und Adaptierungen nötig sind (z. B. eine etwaige Kanalisierung von FußgängerInnen, die die Fahrbahn queren), um die Wirkungen der Kapazitätssteigerung und der Trennwirkung bestmöglich auszutarieren.
- g. Letztlich sollte noch umfassender untersucht werden, welche nicht per se verkehrlich intendierten Wirkungen durch automatisierte Fahrzeuge darüber hinaus deren Verträglichkeit mit den Umfeldnutzungen beeinflussen könnten; der Ansatz der straßenräumlichen Verträglichkeit sollte dahingehend erweitert werden. Beispielsweise erfassen schon heute jene allein mit Technik zum automatisierten Fahren ausgestatteten Fahrzeuge (z. B. Tesla Autopilot) durch ihre Sensoren die Umgebung und damit auch unweigerlich entsprechende Nutzungen sowie Personen und deren Aktivitäten im Straßenraum. Eine solche „laufende“ Erfassung von Daten und Personen bzw. Überwachung durch automatisierte Fahrzeuge scheint für manche Nutzungen und Aktivitäten möglicherweise unproblematisch, für andere sensible Anwendungen, wie beispielsweise vor dem Hintergrund politischer Kundgebungen o. Ä. (vgl. Heger 2008: 93), ist jedoch zu klären, ob und in welchem Ausmaß diese Datenerfassung stattfinden kann (Stichwort Privatheit). Es geht also um die Frage, inwieweit automatisierte Fahrzeuge mit solchen Nutzungen „verträglich“ sind (vgl. Beitrag 10 von Mitteregger in diesem Band). Eine Erweiterung der straßenräumlichen Verträglichkeit durch zusätzliche Aspekte scheint somit im Zusammenhang mit automatisierten Fahrzeugen von Relevanz und sollte näher untersucht werden.

## LITERATUR

- Abegg, C., C. Girod, K. Fischer, N. Pahud, L. Raymann und F. Perret 2018. „Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Modul 3d ‚Städte und Agglomerationen‘“, Fassung vom 30.8.2018. [www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-08-30%20aFn\\_3d%20St%C3%A4dte-Agglomerationen%20Schlussbericht\\_1.pdf](http://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-08-30%20aFn_3d%20St%C3%A4dte-Agglomerationen%20Schlussbericht_1.pdf) (4.5.2020).
- Anciaes, P., und P. Jones 2016. „How do pedestrians balance safety, walking time, and the utility of crossing the road? A stated preference study“, *Street Mobility and Network Accessibility Series, Working Paper 8*. London: UCL. <https://pdfs.semanticscholar.org/bac7/2aa3228d282fe2cdf260ac4388be21b23dd5.pdf> (6.5.2020).
- Baier, R. 1992. „Verträglichkeit des Kraftfahrzeugverkehrs in Straßenräumen und Straßennetzen – Praxisorientiertes Verfahren in der Verkehrsentwicklungsplanung“, in *Internationales Verkehrswesen* 10, 395–399.
- Baier, R., und FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen) 2007. *Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen – RASt 06*, hg. v. FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Köln: FGSV Verlag.

- Baier, R., C. Hebel, Y. Jachtmann, A. Reinartz, K.-H. Schäfer und A. Warnecke 2011. „Stadt Mönchengladbach. Untersuchungen zur Verkehrsentwicklungsplan“, hg. v. BSV – Büro für Stadt- und Verkehrsplanung Reinhold Baier, Aachen. <https://tinyurl.com/yaqvgpwk> (4.5.2020).
- BMVIT (Ministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) 2018. „Testberichte. Tests auf Straßen mit öffentlichem Verkehr in Österreich gemäß der Automatisiertes Fahren Verordnung. Zeitraum: 2016–2018“, Wien. <https://bit.ly/3ereyGW> (4.5.2020).
- Brummelen, J. van, M. O'Brien, D. Gruyer und H. Najjaran 2018. „Autonomous vehicle perception: The technology of today and tomorrow“, in *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 89, 384–406.
- Bühlmann, F., und M. Laube 2013. „Verträglichkeit Strassenraum. Methodik und Ergebnisse“, hg. v. Kanton Zürich. Zürich: Amt für Verkehr. <https://tinyurl.com/y7nou6qc> (4.5.2020).
- Czarnecki, K. 2018. „Operational Design Domain for Automated Driving Systems. Taxonomy of Basic Terms“, Waterloo Intelligent Systems Engineering (WISE) Lab, University of Waterloo, Canada.
- Favarò, F. M., S. Eurich und N. Nader 2018. „Autonomous vehicles' disengagements: Trends, triggers, and regulatory limitations“, in *Accident Analysis and Prevention* 110, 136–148.
- FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen) 2002. *Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen (EFA)*. Köln: FGSV Verlag.
- FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen) 2012. *EVE – Empfehlungen für Verkehrserhebungen*. Köln: FGSV Verlag.
- Frehn, M., G. Steinberg und S. Schröder 2013. „Methodik und Ergebnisse der Straßenraumverträglichkeit. Verkehrsentwicklungsplan Bremen 2025“. [www.bau.bremen.de/sixcms/media.php/13/130228\\_E03\\_Strassenraumvertraeglichkeit\\_Methodik\\_Ergebnisse.pdf](http://www.bau.bremen.de/sixcms/media.php/13/130228_E03_Strassenraumvertraeglichkeit_Methodik_Ergebnisse.pdf) (5.5.2020).
- FSV (Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr) 2015. „RVS 03.02.12 Fußgängerverkehr“. Wien.
- Gehl Architects 2009. „Downtown Seattle: Public Spaces & Public Life“, hg. v. City of Seattle. [www.seattle.gov/Documents/Departments/SDCI/Codes/PublicSpacesLifelntro.pdf](http://www.seattle.gov/Documents/Departments/SDCI/Codes/PublicSpacesLifelntro.pdf) (7.5.2020).
- GIP.at 2019. „Intermodaler Verkehrsgraph Österreich. Standardbeschreibung der Graphenintegrationsplattform (GIP), Version 2.3“. [www.gip.gv.at/assets/downloads/GIP\\_Standardbeschreibung\\_2.3.pdf](http://www.gip.gv.at/assets/downloads/GIP_Standardbeschreibung_2.3.pdf) (5.5.2020).
- Häfliger, R., J. Bubenhofer, C. Hagedorn, K. Zweibrücken, S. Condrau und R. Baier 2015. „Verträglichkeitskriterien für den Strassenraum innerorts. Forschungsprojekt SVI 2004/058 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)“. Zürich: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS).
- Heger, Nora 2008. „Entgrenzte Räume. Kontrolle des öffentlichen Raums am Beispiel der Videoüberwachung am Wiener Schwedenplatz“, Diplomarbeit, Universität Wien. [http://othes.univie.ac.at/2690/1/2008-10-21\\_0002326.pdf](http://othes.univie.ac.at/2690/1/2008-10-21_0002326.pdf) (7.5.2020).
- Heinrichs, D. 2015. „Autonomes Fahren und Stadtstruktur“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 219–239.
- Hörl, S., F. Becker, T. Dubernet und K. W. Axhausen 2019. „Induzierter Verkehr durch autonome Fahrzeuge: Eine Abschätzung“. Bern: Bundesamt für Strassen. <https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/ivt/ivt-dam/vpl/reports/1401-1500/ab1433.pdf> (4.5.2020).
- Litman, T. A. 2009. „Barrier Effect“, in *Transportation Cost and Benefit Analysis. Techniques, Estimates and Implication*, 2. Aufl., hg. v. T. A. Litman. Victoria: Victoria Transport Policy Institute, Kap. 5.13. [www.vtpi.org/tca/tca0513.pdf](http://www.vtpi.org/tca/tca0513.pdf) (4.5.2020).
- Marsden, G., J. Dales, P. Jones, E. Seagriff und N. Spurling 2018. „All change? The future of travel demand an the implications for policy and planning. The First Report of the Commission on Travel Demand“. [www.demand.ac.uk/wp-content/uploads/2018/04/FutureTravel\\_report\\_final.pdf](http://www.demand.ac.uk/wp-content/uploads/2018/04/FutureTravel_report_final.pdf) (4.5.2020).
- Marshall, S. 2005. *Street & Patterns*. London: Spon Press.
- Milakis, D., B. van Arem und B. van Wee 2017. „Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research“, in *Journal of Intelligent Transportation Systems. Technology. Planning and Operations* (21) 4, 324–348.
- Mörner, J. von, P. Müller und H. Topp 1984. „Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Entwurf und Gestaltung innerörtlicher Strassen“, Bericht 425 der Schriftenreihe *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*. Bonn: Bundesministerium für Verkehr.

- Müller, P., H.-J. Collin, A. Ratschow und W. Rührich 1994. „Das LADIR-Verfahren zur Bestimmung stadträumlicher Belastungen durch Autoverkehr“, Schlussbericht zum Forschungsprojekt des Forschungsfeldes „Städtebau und Verkehr“ im Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Darmstadt/Braunschweig.
- Nørby, L. E., und K. R. Meltofte 2012. „Over Vejen. Vejen som trafikbarriere for fodgængere“. Aalborg: Aalborg Universitet. [https://projekter.aau.dk/projekter/files/63452678/Over\\_vejen\\_hovedrapport\\_.pdf](https://projekter.aau.dk/projekter/files/63452678/Over_vejen_hovedrapport_.pdf) (4.5.2020).
- OECD 2020. „Functional urban areas by country“. [www.oecd.org/cfe/regional-policy/functionalurbanareasbycountry.htm](http://www.oecd.org/cfe/regional-policy/functionalurbanareasbycountry.htm) (5.5.2020).
- Pendleton, S. D., H. Andersen, X. Du, X. Shen, M. Meghjani, Y. H. Eng, D. Rus und M. H. Ang Jr. 2017. „Perception, Planning, Control, and Coordination for Autonomous Vehicles“, in *Machines* (5) 6, 1–54.
- SAE International 2018. „Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles – J3016“, Juni 2018. [www.sae.org/standards/content/j3016\\_201806/](http://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/) (4.5.2020).
- Sandholz, S., und D. Sett 2019. „Erfahrungen und Bedarfe von Akteuren der Stadtplanung im Hinblick auf Vulnerabilität gegenüber Hitzestress. Ergebnisse einer Haushalts-Umfrage zum Hitzeempfinden in Bonn“, *ZURES Working Paper 2*, 08/2019. [https://collections.unu.edu/eserv/UNU:7510/ZURES\\_workingpaper2\\_ErgebnisseHHUmfrage\\_UNU-EHS-1.pdf](https://collections.unu.edu/eserv/UNU:7510/ZURES_workingpaper2_ErgebnisseHHUmfrage_UNU-EHS-1.pdf) (7.5.2020).
- Shladover, S. E. 2018a. „Connected and automated vehicle systems: Introduction and overview“, in *Journal of Intelligent Transportation Systems* (22) 3, 190–200.
- Shladover, S. E. 2018b. „Practical Challenges to Deploying Highly Automated Vehicles“, Präsentation bei Drive Sweden, Göteborg.
- Soteropoulos, A., A. Stickler, V. Sodl, M. Berger, J. Dangschat, P. Pfaffenbichler, G. Emberger, E. Frankus, R. Braun, F. Schneider, S. Kaiser, H. Walkobinger und A. Mayerthaler 2019a. „SAFiP – Systemszenarien Automatisiertes Fahren in der Personenmobilität. Endbericht“. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. [https://projekte.ffg.at/anhang/5cee1b11a1eb7\\_SAFiP\\_Ergebnisbericht.pdf](https://projekte.ffg.at/anhang/5cee1b11a1eb7_SAFiP_Ergebnisbericht.pdf) (4.5.2020).
- Soteropoulos, A., M. Berger und F. Ciari 2019b. „Impacts of automated vehicles in travel behaviour and land use: An international review of modelling studies“, in *Transport Reviews* (39) 1, 29–49.
- Soteropoulos, A., M. Mitteregger, M. Berger und J. Zwirchmayr 2020. „Automated drivability: Toward an assessment of the spatial deployment of level 4 automated vehicles“, in *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 136, 64–84.
- Stadt Wien 2018. „STEP 2025. Fachkonzept Öffentlicher Raum“, hg. v. Stadtentwicklung Wien, Magistratsabteilung 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung. [www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008522.pdf](http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008522.pdf) (4.5.2020).
- Su, S., H. Zhou, M. Xu, H. Ru, W. Wang und M. Wenig 2019. „Auditing street walkability and associated social inequalities for planning implications“, in *Journal of Transport Geography* 74, 62–76.
- Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017. „Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr. Herausforderungen für die zukünftige Verkehrspolitik“. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/wissenschaftlicher-beirat-gutachten-2017-1.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/wissenschaftlicher-beirat-gutachten-2017-1.pdf?__blob=publicationFile) (4.5.2020).

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





# 6 Automatisierung, öffentlicher Verkehr und Mobility as a Service: Erfahrungen aus Tests mit automatisierten Shuttlebussen

Aggelos Soteropoulos, Emilia M. Bruck, Martin Berger, Alexander Egoldt, Arne Holst, Thomas Richter, Zoltán László

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>76</b>
<b>2.</b>	<b>Öffentlicher Verkehr: Derzeitige Angebotsformen und zukünftige Use Cases automatisierter Fahrzeuge</b>	<b>78</b>
<b>3.</b>	<b>Automatisierte Shuttlebusse als vorrangiger Use Case von Testprojekten im öffentlichen Verkehr</b>	<b>83</b>
<b>4.</b>	<b>Technische und rechtliche Aspekte beim Testen automatisierter Shuttlebusse im öffentlichen Verkehr</b>	<b>88</b>
4.1	Der verwendete Shuttlebus	89
4.2	Streckenfindung, Infrastrukturanpassung und Orientierung des Shuttlebusses	89
4.3	Zulassung und Inbetriebnahme	92
4.4	Bisherige Erkenntnisse	93
<b>5.</b>	<b>Betrieb und Integration automatisierter Shuttlebusse in den öffentlichen Verkehr</b>	<b>93</b>
5.1	Verwendeter Shuttlebus und Betrieb	94
5.2	Integration in Kundeninformationssysteme des öffentlichen Verkehrs	96
5.3	Bisherige Erkenntnisse	100
<b>6.</b>	<b>Fazit</b>	<b>100</b>
	<b>Literatur</b>	<b>104</b>

---

Aggelos Soteropoulos

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)  
aggelos.soteropoulos@tuwien.ac.at

Emilia M. Bruck

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (IFOER)  
emilia.bruck@tuwien.ac.at

Martin Berger

TU Wien, Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)  
martin.kp.berger@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021

M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_6)

Alexander Egoldt  
TU Berlin, Fachgebiet Straßenplanung und Straßenbetrieb  
a.egoldt@spb.tu-berlin.de

Arne Holst  
TU Berlin, Fachgebiet Straßenplanung und Straßenbetrieb  
a.holst@spb.tu-berlin.de

Thomas Richter  
TU Berlin, Fachgebiet Straßenplanung und Straßenbetrieb  
t.richter@spb.tu-berlin.de

Zoltán László  
Schweizerische Bundesbahnen (SBB) , Lead On-Demand Mobilität , Neue Mobilitätsdienstleistungen  
zoltan.laszlo@sbb.ch

---

## 1. EINLEITUNG

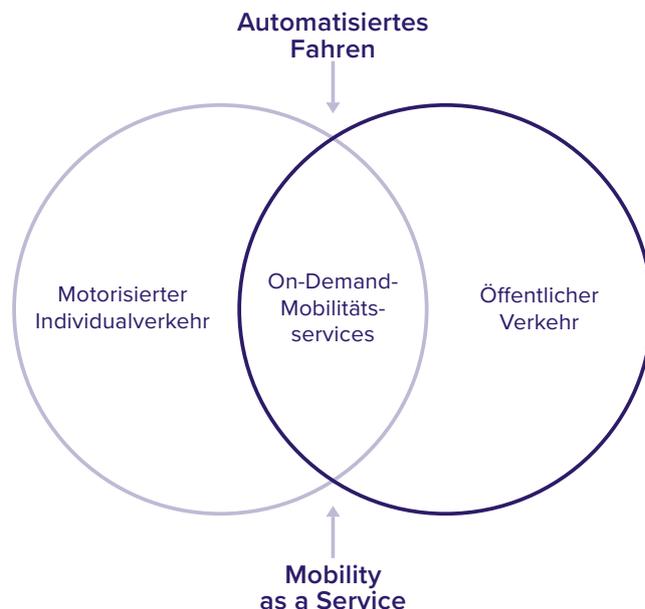
Automatisiertes Fahren verändert die zukünftige Mobilität grundlegend und wirkt sich auch auf den öffentlichen Verkehr (ÖV) aus. Häufig wird hierbei von einer weiteren Verschiebung der Grenzen zwischen dem klassischen ÖV und dem motorisierten Individualverkehr (MIV) und von einem Übergangsbereich des öffentlichen Individualverkehrs (ÖIV) mit automatisierten Fahrzeugen bzw. von einer Individualisierung des öffentlichen Verkehrs gesprochen (vgl. Lenz/Fraedrich 2015: 189; Röhrleef 2017: 15; Bruns et al. 2018: 12; Barillère-Scholz et al. 2020: 16): Bereits heute differenziert sich das Mobilitätsangebot durch neue Angebotsformen wie beispielsweise Car-Sharing oder Ride-Hailing aus.

Neue Mobilitätsdienstleister bieten insbesondere in Städten bedarfsgerechte, individualisierte Verkehrsmöglichkeiten, sogenannte On-Demand-Mobilität, an und erweitern damit das Mobilitätsangebot, was vor dem Hintergrund der zunehmenden Digitalisierung weiter zunehmen wird (vgl. Barillère-Scholz et al. 2020: 15; Buffat et al. 2018: 90; Lenz/Fraedrich 2015: 183). Mit der technologischen Entwicklung des automatisierten Fahrens bieten sich Möglichkeiten, noch nicht da gewesene Geschäftsmodelle zu entwickeln, die weiteren Anbietenden den Markteintritt eröffnen: Durch die Automatisierung sind disruptive Entwicklungen im Mobilitätsbereich und eine weitere Transformation der heute bekannten Angebotsformen vorstellbar (vgl. Gertz/Dörnemann 2016: 5). Hierbei nimmt ebenso die Bedeutung von Mobility as a Service (MaaS) zu, also öffentliche und private Verkehrsangebote sowie unterschiedliche Verkehrsarten mittels einheitlichem, digitalem Zugangsportal (Plattform, App) zu kombinieren und so auf individuelle Bedürfnisse angepasste, maßgeschneiderte Mobilitätslösungen anzubieten (vgl. EPOMM 2017; Jittrapirom et al. 2017: 14).

Gleichfalls werden mit dem automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr auch Potentiale einer verbesserten Wirtschaftlichkeit des öffentlichen Verkehrs verbunden, falls Personalkosten verrin-

gert werden können: Wenn kein/e FahrerIn mehr benötigt wird und neue ergänzende Angebotsformen in Form kleinerer, flexiblerer Einheiten eingesetzt sowie Fahrzeugkonzepte zunehmend bedarfsgerecht genutzt werden, bietet sich die Chance für einen wirtschaftlicheren, effizienteren und nachfragegerechteren Einsatz von Mobilitätsangeboten (vgl. Hörl 2020: 2; Hörl et al. 2019: 60; Bösch et al. 2018: 7; Gertz/Dörnemann 2016: 22) – auch wenn zum Teil neue bzw. zusätzliche Kosten beispielsweise für die Dispositionssysteme oder zusätzliches Personal für Reparatur und Reinigung der Fahrzeug entstehen (vgl. Bruns et al. 2018: 5). Darüber hinaus ermöglichen die neuen Angebotsformen im Gegensatz zu den derzeit häufig bestehenden, oftmals langfristigen Konzessionen, die meist keine maßgeblichen Veränderungen und Anpassungen während der Laufzeit erlauben, die Möglichkeit, sich angebotsseitig stärker an den individuellen Bedürfnissen der Menschen zu orientieren, spezifische Anpassungen vorzunehmen und so den öffentlichen Verkehr zu attraktiveren und zu stärken (Barillère-Scholz et al. 2020: 15).

**Abbildung 1:** Verschiebung der Grenzen zwischen öffentlichem Verkehr und motorisiertem Individualverkehr



Quelle: eigene Darstellung

Aktuell finden sich zahlreiche Testprojekte zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr, in deren Rahmen automatisierte Technologien in ausgewählten Anwendungsfällen frühzeitig in der Praxis eingesetzt und neue Verkehrsangebote geschaffen sowie ganzheitliche Fahrzeugkonzepte entwickelt werden. Diese Testprojekte stellen sicher, dass der operative Betrieb von On-Demand-Mobilitätsangeboten, die datengestützte Verkehrsanalyse sowie die Plattformlösungen schon heute für die automatisierte Mobilität von morgen bereit sind. Hier geht es darum, perspektivisch Systembausteine bereitzustellen, um es KundInnen wie Verkehrsanbietern, Gemeinden und Städten zu ermöglichen, neue Mobilitätsformen im öffentlichen Verkehr zu betreiben (vgl. Barillère-Scholz et al. 2020: 18).

Die Testprojekte zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr konzentrieren sich derzeit insbesondere im deutschsprachigen Raum mehrheitlich auf die Erprobung von automatisierten Shuttlebussen. Diese kommen dabei auf einer eigens genehmigten, festen Route zum Einsatz und werden mehrheitlich noch durch SicherheitsfahrerInnen bzw. OperatorInnen an Bord begleitet. Im Fokus der Erprobung der automatisierten Shuttlebusse stehen in der

Mehrzahl der Projekte Aspekte der technologischen, organisatorischen und betrieblichen sowie der wirtschaftlichen Machbarkeit (vgl. Jürgens 2020).

Dieser Beitrag thematisiert anhand von Erfahrungen aus beispielhaften Testprojekten mit automatisierten Shuttlebussen speziell die Aspekte (1) der technologischen Machbarkeit bzw. der Befahrbarkeit von Straßenräumen sowie (2) der Integration der automatisierten Shuttlebusse in das bestehende ÖV-Angebot.

Hierzu werden zunächst die Relevanz der Automatisierung für den öffentlichen Verkehr dargelegt und verschiedene Use Cases des automatisierten Fahrens im öffentlichen Verkehr aufgezeigt. Danach beleuchtet der Beitrag speziell den Use Case des automatisierten Shuttlebusses und gibt einen Überblick der verschiedenen Tests mit automatisierten Shuttlebussen in Europa und insbesondere im deutschsprachigen Raum.

Anschließend werden am Beispiel des Projekts „autoNV OPR“ in Ostprignitz-Ruppin in Deutschland die technischen und rechtlichen Aspekte beim Test mit automatisierten Shuttlebussen aufgezeigt und anhand des Projekts „MyShuttle“ in Zug in der Schweiz die Erfahrungen hinsichtlich des Betriebs und der Integration des Shuttlebusses in das bestehende öffentliche Verkehrssystem näher beleuchtet. Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse aus beiden Beispielprojekten sowie eine Ableitung planerischer und politischer Implikationen.

## 2. ÖFFENTLICHER VERKEHR: DERZEITIGE ANGEBOTSFORMEN UND ZUKÜNFTIGE USE CASES AUTOMATISierter FAHRZEUGE

Grundsätzlich fallen unter den öffentlichen Verkehr alle Angebote zur regelmäßigen und gewerbsmäßigen Personenbeförderung. Diese zeichnen sich vor allem durch eine geteilte und für jedermann unter gleichen Bedingungen zugängliche Nutzung aus (vgl. Hörold 2016: 38; Bruns et al. 2018: 15). Da die Bereitstellung des ÖV-Angebotes zumeist öffentliche Aufgabe im Rahmen der Daseinsvorsorge für Mobilität ist (vgl. Rollinger/Amtmann 2009: 6), sind die ÖV-Angebote im Betrieb meist nicht vollständig kostendeckend und erhalten demnach öffentliche Zuschüsse. Öffentliche Verkehrsangebote zeichnen sich zudem durch folgende Merkmale aus, die meist rechtlich verankert sind und dadurch die bekannten, heute weitestgehend fixen Elemente des ÖV wie Abfahrtszeiten, Haltestellen und Linienführung aufweisen (vgl. Bruns et al. 2018):

- Ausführung durch berechtigte Verkehrsunternehmen auf konzessionierten Linien beziehungsweise Routen
- Fahrplanpflicht: Aufstellung und Publikation eines Fahrplans
- Betriebspflicht: Durchführung des publizierten Angebots unabhängig von den äußeren Bedingungen und der momentanen Nachfrage
- Tarifpflicht: Fixierung und Veröffentlichung von Beförderungsbedingungen und Fahrpreisen

Zusätzlich zu dem eher klassischen Linienverkehr finden sich jedoch auch Angebotsformen, die durch eine Flexibilisierung der Abfahrtszeit (On-Demand-Verkehr) und der Route/Linie, variable Halte (ohne ortsfeste Haltestellen) oder eine Kombination dieser Elemente stärker an den individuellen Bedürfnissen der Fahrgäste orientiert sind (vgl. Bruns et al. 2018: 15). Hierbei lassen sich flexible Angebotsformen, d. h. Mikro-ÖV-Systeme oder Bedarfsverkehre, und alternative Angebotsformen wie das Car-, oder Ride-Sharing unterscheiden. Sommer (2018: 3f.) spricht in diesem Zusammenhang von öffentlich zugänglichen Angeboten eines „erweiterten“ öffentlichen Verkehrs. Tabelle 1 gibt einen Überblick der verschiedenen derzeitigen Angebotsformen des öffentlichen Verkehrs. Es ist jedoch durchaus auch üblich, dass Elemente der flexiblen Angebotsformen und jene der alternativen Angebotsformen (z. B. Anmeldung der Nutzung etc.) kombiniert werden.

**Tabelle 1:** Überblick der Merkmale der unterschiedlichen Angebotsformen im öffentlichen Verkehr

	<b>Klassischer Linienverkehr</b>	<b>Flexible Angebotsformen</b>	<b>Alternative Angebotsformen</b>
<b>Eigenschaften</b>	Festgelegte Bedienung, Fahrplan und eindeutiger Linienweg	Für den Einsatz in Zeiten und Räumen schwacher Nachfrage	In der Regel genehmigungsfrei und keine Beförderungsgarantie, einmalige Registrierung bzw. Anmeldung erforderlich (außer sozialer Fahrdienst)
<b>Beispiele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergeordnetes Bahn-Bus-Grundnetz,</li> <li>• lokaler Linienverkehr zur Erschließung</li> </ul>	<p><b>Mit Fahrplan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• linienförmiges Bedienungsgebiet (Bedarfslinienverkehr)</li> <li>• korridorförmiges Bedienungsgebiet (i. d. R. zwei feste Haltestellen): Richtungsbandbetrieb (z. B. Rufbus)</li> <li>• sektorförmiges Bedienungsgebiet (ein Verknüpfungspunkt): Sektorbetrieb (z. B. Anruf-Sammeltaxi, Zubringer)</li> </ul> <p><b>Ohne Fahrplan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• flächenförmiges Bedienungsgebiet und mit Fahrtenbündelung (Flächenbetrieb bzw. Flächenbedienung)</li> </ul>	<p><b>Fahrgast als Mitfahrende/r:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Privater Fahrtanbieter</li> <li>• Ride-Pooling: Anbieter = Verkehrs-, Taxi- und Mietwagenunternehmen mit Betriebspflicht, Beförderungspflicht, Pflichtfahrgebiet und Tarifvorgaben</li> <li>• Ride-Sharing (öffentliche Mitnahme): Fahrt findet auch statt, wenn keine dritte Person mitfährt oder wenn nur Personen mitfahren, die nicht über eine Plattform vermittelt wurden; ohne Betriebspflicht, Beförderungspflicht, Pflichtfahrgebiet und Tarifvorgaben (z. B. BlaBlaCar)</li> <li>• Ride-Selling bzw. Ride-Hailing: Anbieter = kommerzielle Plattformanbieter wie Uber, Moia etc. ohne Betriebspflicht, Beförderungspflicht, Pflichtfahrgebiet und Tarifvorgaben</li> <li>• Soziale Institution/Verein als Fahrtanbieter: sozialer Fahrtendienst, Fahrgast als SelbstfahrerIn</li> <li>• Car-Sharing (stationsbasiert/„free-floating“): öffentlicher Pkw</li> </ul>
<b>Verkehrsmittel</b>	U-Bahn, S-Bahn/Regionalbahn, Straßenbahn, Gelenkbus, Standardbus, Minibus (Bürgerbus), Shuttlebus	Standardbus, Rufbus, Minibus, Shuttlebus, Van, Anruf-Sammeltaxi	Sammeltaxi/Van/Pkw, Einzeltaxi/Pkw

Quelle: eigene Darstellung nach BMVI (2016) und Sommer (2018)

Die Erweiterung und Kombination des klassischen Linienverkehrs durch flexible und alternative und hierbei auch private Angebotsformen wird derzeit vor allem im Kontext von Mobilitätsdienstleistungen (MaaS) diskutiert. Die Kombination findet dabei mittels einheitlichem, digitalem Zugangsportale (z. B. Plattform, App) statt. Das Mobilitätsangebot ermöglicht das Zusammenspiel unterschiedlicher Modi, die den jeweiligen persönlichen Bedürfnissen am besten gerecht werden – es werden also individuell maßgeschneiderte Mobilitätslösungen angeboten (vgl. EPOMM 2017; Jittrapirom et al., 2017: 14). Durch MaaS – so die Idee – sollen die Effizienz von bestehenden Mobilitätssystemen sowie die öffentlichen Ressourcen verbessert werden (vgl. Hoadley 2017: 5ff.).

Automatisiertes Fahren bietet in Anbetracht der bestehenden Angebotsformen im erweiterten öffentlichen Verkehr Optionen für eine weitere Ausdifferenzierung des Angebots bzw. Möglichkeiten für die Neugestaltung der Intermobilität, für eine weitere Flexibilisierung und Individualisierung sowie für die zeitliche und räumliche Verdichtung des Angebotes (vgl. Lenz/Fraedrich 2015: 189). Ermöglicht wird dies durch den Wegfall von Personalkosten, die im öffentlichen Verkehr einen hohen Anteil der Gesamtkosten ausmachen (vgl. Hell 2006: 169). Durch den Wegfall bzw. die Reduktion der Personalkosten könnten die Angebote wirtschaftlicher betrieben werden (vgl. Hörl 2020: 2; Hörl et al. 2019: 60; Bösch et al. 2018: 7; Gertz/Dörnemann 2016: 22). Ungeklärt ist jedoch, inwieweit dennoch Begleitpersonal benötigt wird, um die Sicherheit der Fahrgäste sicherzustellen (vgl. Salonen/Haavisto 2019: 13; Mitteregger et al. 2019: 610).

Die fortschreitende Automatisierung könnte zu neuen Angebotsformen bzw. Verkehrsmitteln führen (vgl. Soteropoulos et al. 2019: 104). Dies umfasst sowohl den klassischen Linienverkehr (z. B. AV-Standardbus, AV-Gelenkbus), die flexiblen Angebotsformen (z. B. AV-Minibus/Shuttlebus, AV-Van/AV-Ride-Sharing) und die alternativen Angebotsformen (z. B. AV-Sammeltaxi/AV-Ride-Sharing, AV-Einzeltaxi/AV-Car-Sharing; vgl. Bruns et al. 2018: 21). Im klassischen Linienverkehr werden auch unter AV-Bedingungen große Fahrzeuge verkehren, mit denen das Mindestangebot der öffentlichen Hand abgedeckt werden wird, während die flexiblen und alternativen Angebotsformen eher mit kleinen Fahrzeugen bedient werden. Ihre Marktnischen ergeben sich durch zusätzliche Angebote bzw. Angebote zur Kombination mit dem Linienverkehr auf der ersten und letzten Meile, insbesondere in Zeiten und Räumen schwacher Nachfrage (vgl. Ohnemus/Perl 2016: 591).

Tabelle 2 (auf der nächsten Seite) gibt einen Überblick zu den Merkmalen verschiedener Angebotsformen bzw. Verkehrsmittel im erweiterten öffentlichen Verkehr unter Berücksichtigung der Automatisierung im Straßenverkehr. Der automatisierte Shuttlebus nimmt hierbei eine Sonderstellung ein, da er hinsichtlich seiner Fahrzeuggröße sowohl im Linienbetrieb auf einer festen Route mit fixem Zeitplan und fixen Haltestellen eingesetzt werden könnte als auch in flexibler Form je nach Bedarf und mit Halten on demand.

Speziell bei den möglichen flexiblen und alternativen Angebotsformen mit Automatisierung zeigt sich, dass diese für unterschiedliche Bedienungsformen infrage kommen könnten (siehe Tab. 3). So eignet sich der (AV-)Minibus bzw. -Shuttlebus am ehesten für den Linienbetrieb oder als Rufbus mit Richtungsbandbetrieb. Der (AV-)Van (Ride-Sharing) und das (AV-)Sammeltaxi (Ride-Sharing) eignen sich hingegen am ehesten als Anruf-Sammeltaxi, als Zubringer, d.h. für den Sektorbetrieb, oder für den Flächenbetrieb bzw. für die Flächenbedienung. Auch das (AV-)Einzeltaxi (Car-Sharing) eignet sich am ehesten für den Sektor- sowie den Flächenbetrieb.

Insgesamt zeigen sich somit prinzipiell vielfältige Einsatzmöglichkeiten für automatisierte Fahrzeuge im öffentlichen Verkehr. In Zukunft müssen diese unterschiedlichen Fahrzeugkonzepte ideal eingesetzt werden. Um deren bestmöglichen Einsatz bereits heute auszuloten,

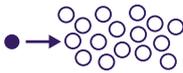
**Tabelle 2:** Merkmale verschiedener Angebotsformen bzw. Verkehrsmittel im erweiterten öffentlichen Verkehr und mögliche Merkmale unter Berücksichtigung der Automatisierung im Straßenverkehr

Charakteristika/ Elemente	 S-Bahn/ Regionalbahn	 U-Bahn	 Straßen- bahn	 (AV-) Gelenk- bus	 (AV-) Stan- dardbus	 (AV-) Minibus/ Shuttlebus	 (AV-) Van (Ride-Sharing)	 (AV-) Sammeltaxi (Ride-Sharing)	 (AV-) Einzeltaxi (Car-Sharing)
<b>Zeitliche Verfügbarkeit</b>									
fixer Fahrplan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Verkehr on demand						✓		✓	✓
Takt (Min.)	15–60	2–15	3–30	3–60	3–120	5–30 / –	–	–	–
Anmeldefrist (Min.)	–	–	–	–	–	– / 15–45	10–45	5–30	4–20
Räumliche bzw. örtliche Verfügbarkeit									
fixe Haltestellen	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
Halt on demand						✓	✓	✓	✓
Haltestellendistanzen (m)	2500–3500	500–900	300–700	300–700	300–700	250–500 / –	–	–	–
Beförderungsschwindigkeit (km/h)	30–60	30	15–40	15–30	15–30	20–40	25–50	25–50	25–60
Komfort	mittel	mittel	mittel	gering	gering	mittel	hoch	hoch	sehr hoch
<b>Bezahlsystem</b>									
Vielnutzungstarif	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zahlung pro Fahrt	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
entfernungs-/ zeitabhängig	✓				✓			✓	✓
Fahrzeug- bzw. Fahrzeuggröße (Personen)	1000	750	140–200	75–140	25–75	8–20	5–8	2–5	1–2
<b>Betreiber</b>	eher öffentlich	eher öffentlich	eher öffentlich	eher öffentlich	eher öffentlich	öffentlich/privat	öffentlich/privat	öffentlich/privat	öffentlich/privat
<b>Angebotsart</b>	Linie	Linie	Linie	Linie	Linie/flexibel	Linie/ flexibel	flexibel/ alternativ	flexibel/ alternativ	flexibel/ alternativ
<b>Benötigte Nachfrage</b>	hoch	sehr hoch	hoch	hoch	mittel	mittel	gering	gering	gering

Quelle: eigene Darstellung nach Wolf-Eberl et al. (2011: 27ff), Weidmann et al. (2011: 89ff), BMWI (2016: 23ff), Bruns et al. (2018: 20) und Sommer (2018: 10)

finden sich derzeit bereits zahlreiche Testprojekte zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr. Der Fokus dieser Testprojekte liegt mehrheitlich auf automatisierten Shuttlebussen (Barillère-Scholz et al. 2020: 18), die im Rahmen der Tests meist im Linienerverkehr eingesetzt werden. Dabei zeigen sich jedoch bereits relevante Aspekte, die letztlich auch für den zukünftigen Einsatz der automatisierten Shuttlebusse oder anderer automatisierter Fahrzeugkonzepte im Rahmen flexibler bzw. alternativer Angebotsformen relevant sind. Im nächsten Abschnitt wird der Use Case des automatisierten Shuttlebusses daher noch näher beleuchtet und ein beispielhafter Überblick zu den verschiedenen Testprojekten gegeben.

**Tabelle 3:** Bedienungsformen von flexiblen und alternativen Angebotsformen mit Automatisierung

	Bezeichnung	Schema	Nach Fahrplan	Anmeldung erforderlich	Abfahrt von	Fahrt zu
 (AV-) Minibus/ Shuttle	Linienbetrieb		ja	nein		
	Rufbus (Richtungsbandbetrieb)		ja	ja		
 (AV-)Van (Ride-Sharing)	Anruf-Sammel-Taxi (Sektorbetrieb)		ja	ja		
 (AV-) Sammeltaxi (Ride-Sharing)	Zubringer (Sektorbetrieb)		ja	ja		
 (AV-) Einzeltaxi (Car -Sharing)	Flächenbetrieb (Flächenbedienung)		nein	ja		
		Haltestelle wird nach Fahrplan angefahren				Fahrt von/ zu einer Haltestelle
		Haltestelle wird bei Bedarf angefahren				
		Bedienungsgebiet, innerhalb dessen überall ein- oder ausgestiegen werden kann				Fahrt von/zur Haustür

Quelle: eigene Darstellung nach Wolf-Eberl et al. (2011: 27), BMVI (2016: 23), Mörner (2018: 11) und Sommer (2018: 6)

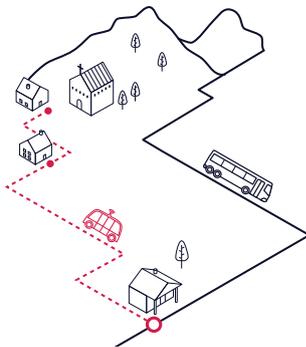
### 3. AUTOMATISIERTE SHUTTLEBUSSE ALS VORRANGIGER USE CASE VON TESTPROJEKTEN IM ÖFFENTLICHEN VERKEHR

Automatisierte Shuttlebusse bzw. fahrerlose, elektrische Kleinbusse stellen, wie in Abschnitt 2 dargestellt, einen speziellen Use Case automatisierter Fahrzeuge dar und stehen aktuell im Mittelpunkt der Testbemühungen öffentlicher Verkehrsunternehmen. Die aktuell auf dem Markt befindlichen und in den Testfeldern erprobten automatisierten Shuttlebusse wie beispielsweise *NAVYA Arma* oder *EasyMile EZ10* entsprechen der Automatisierungsstufe 2 und fahren auf einer eigens genehmigten und vorbereiteten festen Route, auf der sie sowohl die Längs- als auch die Querführung übernehmen (vgl. Rentschler et al. 2020: 320). Während des Betriebs ist mehrheitlich noch ein/e SicherheitsfahrerIn bzw. OperatorIn an Bord unterwegs. Zunehmend gibt es jedoch auch Testfahrten, bei denen das Fahrzeug nur über eine Leitzentrale überwacht wird.

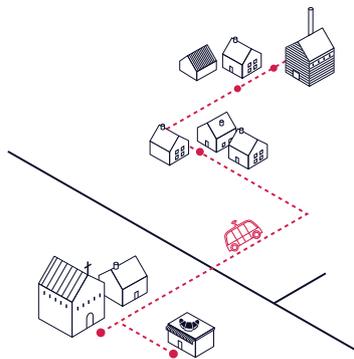
Durch die geringe Kapazität der Shuttlebusse – meist sind sie auf 8 bis 12 Personen ausgelegt – können die Modelle als sinnvolle und bedarfsgerechte Ergänzung des ÖV-Systems fungieren. Wie zuvor dargestellt, zeichnen sich grundsätzlich mehrere Anwendungsfelder eines automatisierten Shuttlebusses im ÖV ab, die jedoch aufgrund technologischer Einschränkungen bislang meist lediglich im Linienverkehr getestet werden (vgl. Derer/Geis 2020: 7; Földes/Csiszár 2018: 2).

**Abbildung 2:** Mögliche Einsatzfelder von automatisierten Shuttlebussen

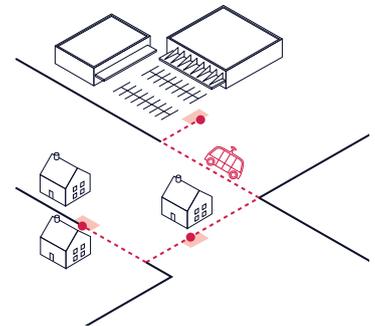
**Zubringerbus für Regionalverkehr**  
Zwecke: Beruf-, Ausbildungs-, Freizeit- und Tourismusmobilität



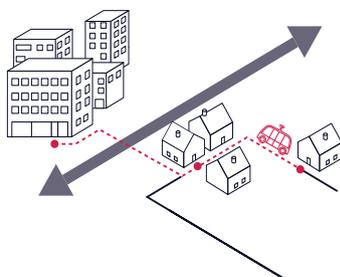
**Dorfverbindungsbus**  
Zwecke: Berufs-, Freizeit- und Tourismusmobilität



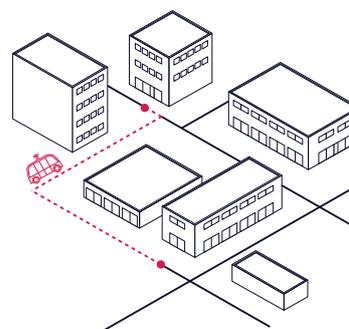
**Erschließungsbus am Stadtrand**  
Zwecke: Freizeit- und Einkaufsmobilität



**Nachbarschaftsbus in fragmentiertem Stadtraum mittlerer Dichte**  
Zwecke: Berufs-, Ausbildungs- und Freizeitmobilität



**Campusbus**  
Zwecke: Berufs-, Ausbildungs- und Gesundheitsmobilität

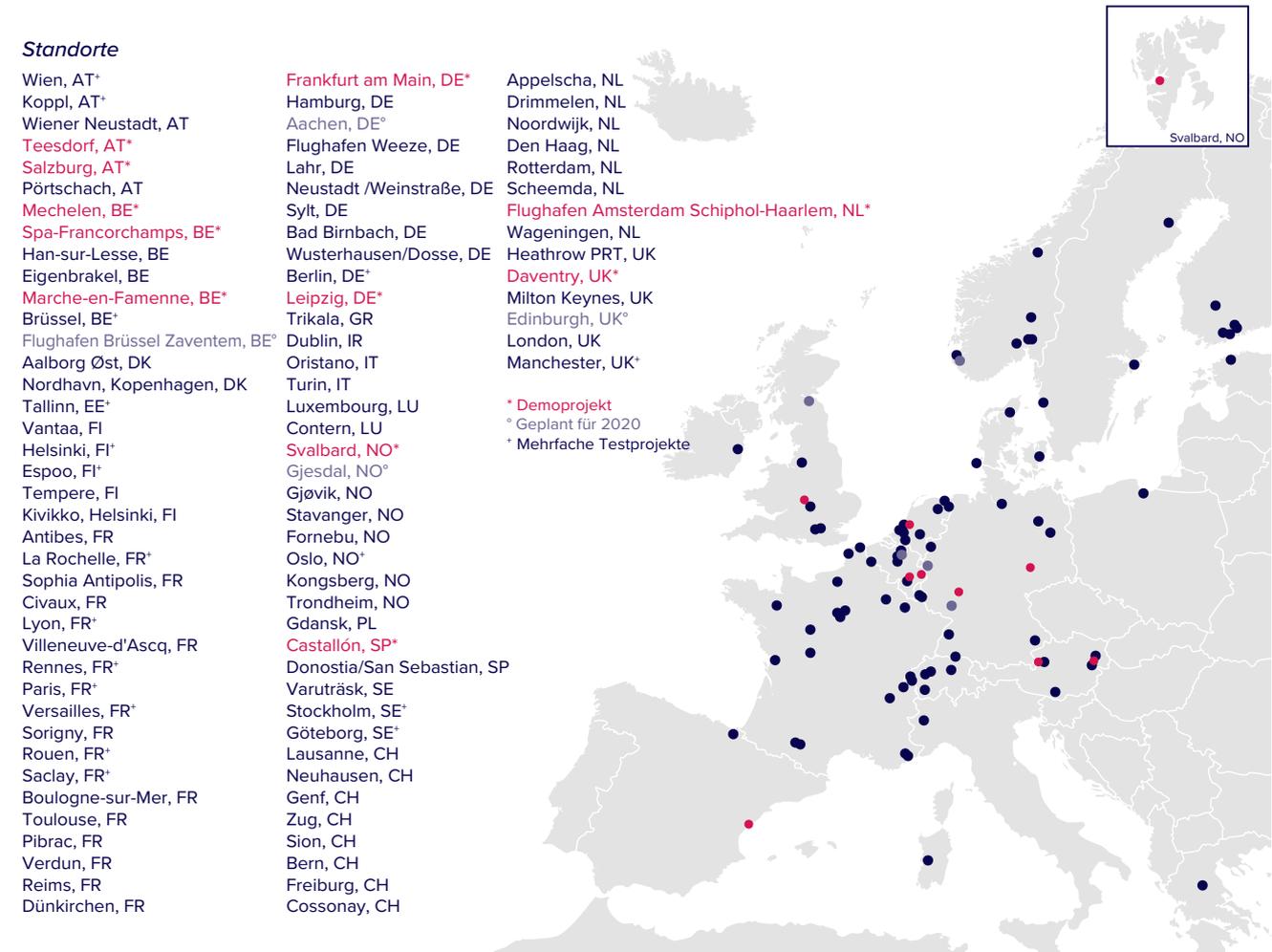


Quelle: eigene Darstellung

Zukünftig könnten automatisierte Shuttlebusse ein breites Einsatzfeld umfassen, flexibel eingesetzt werden und so bedarfsgerecht den klassischen Linienverkehr effizient ersetzen. Gerade im Bereich von geringer Verkehrsnachfrage, in weitläufigen Wohn- und Gewerbegebieten oder in großräumigen Krankenhauszentren sowie auf Universitäts- und Forschungscampus, könnten automatisierte Shuttlebusse dazu dienen, die Gebiete besser zu erschließen und anzubinden (vgl. Derer/Geis 2020: 7). Aufgrund des genannten Lückenschlusses im öffentlichen Verkehrsnetz tritt das Testen von automatisierten Shuttles auch immer häufiger in den Fokus von Kommunen, die bestrebt sind, einen „Transit-first“-Ansatz der Automatisierung zu fördern (vgl. Heinrichs et al. 2019: 248). Abbildung 2 gibt zusammenfassend einen Überblick zu möglichen Einsatzfeldern automatisierter Shuttlebusse.

In Europa wurden zwischen 2012 und 2016 die ersten Tests mit automatisierten Shuttlebussen auf öffentlichen Straßen im Rahmen des „CityMobil2“-Projekts (vgl. Alessandrini et al. 2015) durchgeführt. Davor wurden meist nur Demonstrationsprojekte vorgenommen. Seither wurden in Folge von Forschungsförderungen und der Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen zahlreiche weitere Testprojekte mit automatisierten Shuttlebussen in Europa eingerichtet. Abbildung 3 gibt einen Überblick zu Testprojekten mit automatisierten Shuttlebussen in Europa.

**Abbildung 3:** Standorte von Testprojekten und Demonstrationen mit automatisierten Shuttlebussen auf öffentlichen Straßen und Privatgeländen in Europa seit 2008 (kein Anspruch auf Vollständigkeit)



Quelle: eigene Darstellung nach Alessandrini (2016), Ainsalu et al. (2018) und Hagenzieker et al. (2020)

In der Regel liegt der Fokus der bisherigen Testprojekte mit automatisierten Shuttlebussen auf folgenden Aspekten (vgl. Jürgens 2020):

- **Technologische Machbarkeit:** technische Aspekte, insbesondere Fahrzeugtechnologie, Infrastruktur (physisch und digital), Interaktion mit anderen VerkehrsteilnehmerInnen und PassagierInnen (Mensch-Maschine-Interaktion), Verkehrssicherheit, Datensicherheit
- **Organisatorische und betriebliche Machbarkeit:** rechtliche und administrative Aspekte (z. B. Zulassungsverfahren zur Inbetriebnahme, Versicherung), betriebliche Aspekte/Service, Integration der automatisierten Shuttlebusse in das bestehende ÖV-System (MaaS, Schnittstellen, Dateninfrastruktur)
- **Wirtschaftliche Machbarkeit:** betriebswirtschaftliche Aspekte bzw. Finanzierung (z. B. Betriebskosten), Nutzerakzeptanz
- **Soziale Dimension:** Inklusion

Zwischen den einzelnen Testvorhaben zeigen sich jedoch unterschiedlich starke Forschungsschwerpunkte. Zudem lassen sich die Projekte auch in ihrer räumlichen Verortung sowie hinsichtlich ihrer verkehrlichen Integration und ihrer Betriebskonzepte unterscheiden.

Am Beispiel ausgewählter Testprojekte mit automatisierten Shuttlebussen in Europa werden im Folgenden die möglichen Schwerpunkte sowie auch die verschiedenen räumlichen Einsatzumgebungen und Betriebskonzepte, in denen automatisierte Shuttlebusse derzeit getestet werden, aufgezeigt. Um ein möglichst breites Spektrum abzudecken, wurden für die Gegenüberstellung Testprojekte in Wien und Koppl in Österreich, in Aalborg Øst in Dänemark, in Wusterhausen/Dosse in Deutschland und in Zug in der Schweiz ausgewählt (siehe auch Tab. 4 auf den folgenden Seiten).

Die Testprojekte ähneln sich allesamt hinsichtlich ihrer technologischen und formalen Kriterien. Jeweils im Linienbetrieb eingesetzt, verkehren die Shuttlebusse in der Regel auf Strecken zwischen 2 und 3,5 Kilometern und halten an bis zu 10 vordefinierten Haltestationen. In diesem Sinne erfüllen die Testbetriebe kaum die Erwartungen einer flexiblen Buchung oder Streckenführung, demonstrieren allerdings das langfristige Potential sowie die Grenzen eines ergänzenden Einsatzes im öffentlichen Verkehrsnetz. Um diese Aspekte zu bewerten, sind die getesteten Betriebsformen besonders im Kontext der räumlichen Gegebenheiten und lokalen Anforderungen zu betrachten. So wird im Zuge der Projekte meist die Anbindung der ersten bzw. letzten Meile mit automatisierten Shuttles getestet, die sich allerdings in ihrer räumlichen, topographischen und bedarfsgerechten Eignung unterscheiden:

- Im Projekt „auto.Bus – Seestadt“ in Wien kommen Shuttlebusse auf den Wohnstraßen eines dichten Neubauquartiers zum Einsatz, um dessen Anbindung an die U-Bahn-Endstation in Form eines *Erschließungsbusses* zu erproben. Hier erscheint hinsichtlich der hohen Bewohnerdichte weder die Fahrzeuggröße langfristig wirtschaftlich rentabel noch scheint die Konkurrenz zu aktiven Mobilitätsformen und neuen Formen der Mikromobilität zielführend.
- In Koppl, einem ländlichen Dorf in Österreich, wurde hingegen im Rahmen des Projekts „Digibus 2017“ die Anbindung der Ortsteile an eine regionale Busstrecke getestet, um in Zukunft Pendelverkehre in das überregionale Zentrum zu erleichtern (*Zubringerbus für Regionalverkehr*). Hierbei wird das Potential darin gesehen, zukünftig disperse Siedlungsteile bedarfsorientiert zu erschließen und dadurch für BewohnerInnen, TouristInnen und den Warenverkehr eine leistbare Alternative zum privaten Automobil zu schaffen und dadurch den Standort zu stabilisieren.

- Im Projekt „smartbusaalborg“ im dänischen Aalborg Øst wird der Lückenschluss im öffentlichen Verkehrsnetz durch den automatisierten Shuttle in Form eines *Nachbarschaftsbusses* erprobt, der auf einem nunmehr zentralen Fuß- und Radweg verkehrt, um unterschiedliche Wohngebiete und Einrichtungen eines hochfragmentierten Stadtteils miteinander zu verknüpfen. Hier steht nicht nur die tangentielle Verkehrsanbindung im Fokus, sondern vor allem die Mobilisierung der Bevölkerung und die soziale Integration eines bislang durch funktionalistische Planungsprinzipien geprägten suburbanen Bezirks von Aalborg.
- Auch in Wusterhausen/Dosse, einer Kleinstadt im Nordwesten von Brandenburg in Deutschland, liegt die Mobilisierung der BewohnerInnen und besonders der alternden Bevölkerung im Vordergrund des Testprojekts. Der automatisierte Shuttlebus erschließt die Kleinstadt, bindet sie an den regionalen Bahnverkehr an und soll in einer zweiten Phase auch entlegene Ortsteile bedienen (*Dorfverbindungsbus*). Vor dem Hintergrund der Abwanderung, der hohen Auspendlerzahlen und der alternden Bevölkerung wird in der Erweiterung und Flexibilisierung des öffentlichen Nahverkehrs die Chance gesehen, die Region für Einheimische und TouristInnen zu attraktivieren sowie disperse Siedlungsgebiete als Wohnstandorte zu stabilisieren.
- Im Rahmen des Projekts „MyShuttle“ in Zug, einer Kleinstadt in der Schweiz, wurde der automatisierte Shuttlebus eingesetzt, um das im Norden der Stadt gelegene Areal des Unternehmens V-Zug besser an den Bahnhof anzubinden und so ein mögliches Angebot für PendlerInnen des Unternehmens V-Zug zu schaffen (*Zubringerbus für Regionalverkehr*). Speziell im Vordergrund stand hierbei die Integration des automatisierten Shuttles in die bestehenden Informationssysteme des öffentlichen Verkehrs.

Zusammenfassend gibt Tabelle 4 einen Überblick zu den betrachteten Testprojekten mit automatisierten Shuttlebussen.

**Tabelle 4:** Überblick zu ausgewählten Testprojekten mit automatisierten Shuttlebussen

	Wien, AT	Aalborg Øst, DK	Wusterhausen/ Dosse, DE	Koppl, AT	Zug, CH
<b>Projekt</b>	auto.Bus Seestadt	smartbusaalborg	autoNV OPR	Digibus <sup>©</sup> 2017	MyShuttle
<b>Dauer des Testbetriebs</b>	06/2019–07/2020	03/2020 –06/2021	10/2019–06/2020	04–11/2017	01/2019–12/2019
<b>Regionaler Kontext bzw. Gebietstyp</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stadtrand von Wien bzw. Stadtrandzentrum</li> <li>• Stadtentwicklungsgebiet mit hoher Dichte und Nutzungsmischung und Restriktionen für private Fahrzeugnutzung</li> <li>• positive Bevölkerungsentwicklung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suburbanes Gebiet bzw. Randgebiet der städtischen Agglomeration</li> <li>• Stadtrandgebiet aus den 1970er Jahren mit städtischen Revitalisierungsprojekten</li> <li>• Positive Bevölkerungsentwicklung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Freizeit- und Tourismusort in ländlicher Region fernab städtischer Agglomeration</li> <li>• Historisches Dorfzentrum, disperse Siedlungsstruktur</li> <li>• Überalterte und schrumpfende Bevölkerung</li> <li>• Freizeit- /Tourismusverkehr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ländliche Gemeinde östlich von Salzburg</li> <li>• Disperse Siedlungsstruktur</li> <li>• Positive Bevölkerungsentwicklung</li> <li>• Pendlerverkehr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleinstadt südlich von Zürich</li> <li>• Historisches Stadtzentrum und dichte Siedlungsstruktur</li> <li>• Positive Bevölkerungsentwicklung</li> <li>• Pendlerverkehr</li> </ul>

Projekt	auto.Bus Seestadt	smartbusaalborg	autoNV OPR	Digibus® 2017	MyShuttle
<b>Testumgebung und Strecke</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mischverkehr auf Straßen in städtischer Wohngegend</li> <li>ca. 2 km Länge, 10 Haltestellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mischverkehr auf einem Geh- und Radweg</li> <li>2,1 km Länge, 10 Haltestellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mischverkehr auf Dorfstraßen und Landstraßen</li> <li>8 km, 18 Haltestellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mischverkehr auf einer Landstraße bzw. Dorferschließungsstraße</li> <li>1,4 km Länge, 6 Haltestellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mischverkehr auf städtischer Ortsstraße</li> <li>1,5 km Länge, 3 Haltestellen</li> </ul>
<b>Verkehrliche bzw. städtebauliche Integration bzw. Betriebskonzept</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verknüpfung der U-Bahn-Endhaltestelle mit benachbarten dichten Wohngebieten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verknüpfung eines neuen Stadtteilzentrums mit sozialen Einrichtungen, fragmentierenden Wohngebieten sowie einem Universitätscampus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verknüpfung des Stadt- bzw. Ortszentrums mit dem Bahnhof, dem Shoppingzentrum sowie dem Supermarkt und einem Wohngebiet am Stadtrand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verknüpfung des Dorfzentrums mit einem regionalen (ÖV)-Verkehrskorridor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verknüpfung des Bahnhofs bzw. Einkaufszentrums Metalli mit dem Areal des Unternehmens V-Zug (Bedienung erste und letzte Meile)</li> </ul>
<b>Kommunale Beteiligung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verankert bei den öffentlichen Verkehrsbetrieben Wiener Linien</li> <li>Städtische Verwaltung in Abstimmungsprozessen involviert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verankert in der Stadt und Land schaftsverwaltung der Stadt Aalborg</li> <li>Breite Beteiligung der städtischen Verwaltung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Landkreis Ostprignitz-Ruppin und</li> <li>Betriebe vom öffentlichen Verkehrsbetrieb ORP-Busse als assoziierte Partner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bereitstellung der Rahmenbedingungen durch die Gemeinde Koppl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stadt Zug als Partner im Projekt</li> </ul>

### Vorrangige Themen im Projekt

Projekt	auto.Bus Seestadt	smartbusaalborg	autoNV OPR	Digibus® 2017	MyShuttle
<b>Technologische Machbarkeit</b>					
<b>Fahrzeugtechnologie</b>	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Infrastruktur (physisch und digital)</b>	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Interaktion mit anderen VerkehrsteilnehmerInnen (und PassagierInnen)</b>	✓			✓	
<b>Verkehrssicherheit</b>	✓			✓	
<b>Datensicherheit</b>	✓	✓		✓	
<b>Organisatorische und betriebliche Machbarkeit</b>					
<b>Rechtliche und administrative Aspekte</b>			✓	✓	✓

Projekt	auto.Bus Seestadt	smartbusaalborg	autoNV OPR	Digibus® 2017	MyShuttle
Betriebliche Aspekte	✓	✓	✓		✓
Integration in das bestehende ÖV-System	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Wirtschaftliche Machbarkeit</b>					
Betriebswirtschaftliche Aspekte/ Finanzierung			✓		✓
Nutzerakzeptanz	✓		✓	✓	✓
<b>Soziale Dimension</b>					
Soziale Inklusion		✓			

Quelle: eigene Darstellung

Um spezifische Themen der ausgewählten Testprojekte mit automatisierten Shuttlebussen noch detaillierter zu beleuchten, stellen die folgenden beiden Abschnitte jeweils Vertiefungen zu zwei der beschriebenen Tests dar und geben einen Einblick in unterschiedliche, jedoch beidseits relevante Aspekte beim Testen automatisierter Shuttlebusse und deren Betrieb. In der ersten Vertiefung wird am Beispiel des Projekts „autoNV OPR“ in Ostprignitz-Ruppin, Deutschland, ein Einblick in die technischen und rechtlichen Aspekte des Einsatzes automatisierter Shuttlebusse im ÖV gegeben. Die zweite Vertiefung gibt am Beispiel des Projekts „MyShuttle“ in Zug, Schweiz, einen Einblick in den Betrieb und die Integration automatisierter Shuttles in den bestehenden öffentlichen Verkehr.

## 4. TECHNISCHE UND RECHTLICHE ASPEKTE BEIM TESTEN AUTOMATISIERTER SHUTTLEBUSSE IM ÖFFENTLICHEN VERKEHR

am Beispiel des Projekts „autoNV OPR“ in Ostprignitz-Ruppin, Deutschland

Arne Holst, Alexander Egoldt, Thomas Richter

Das Verbundprojekt „autoNV OPR“ erforscht im ländlichen Raum, konkret im Landkreis Ostprignitz-Ruppin im Nordwesten von Brandenburg in Deutschland, den Einsatz und die Auswirkungen automatisierter Kleinbusse im öffentlichen Straßenraum. Das Projektkonsortium besteht aus den Universitäten TU Dresden und TU Berlin, der Regionalentwicklungsgesellschaft Nordwestbrandenburg, der Ostprignitz-Ruppiner Personennahverkehrsgesellschaft und den Unterauftragnehmern IGES Institut und Büro autoBus. Im Rahmen des Projekts werden die Rahmenbedingungen für den verkehrlichen Einsatz von automatisiert fahrenden Betriebsformen sowie die Akzeptanz der NutzerInnen und StakeholderInnen untersucht. Zusätzlich werden Szenarien und Auswirkungen automatisierter Betriebsformen bezogen auf die Finanzierungsroutine des öffentlichen Verkehrs erforscht und Aussagen zur Übertragbarkeit hergeleitet. Der Projektstart erfolgte im Herbst 2017 und die im Projekt entstandene automatisierte Shuttlebuslinie ist seit Juli 2019 im Betrieb. Im Folgenden werden technische und rechtliche Aspekte beim Betrieb des automatisierten Shuttlebusses näher beleuchtet.

## 4.1 DER VERWENDETE SHUTTLEBUS

Im Projekt wird das Shuttle *EZ 10* der zweiten Generation des französischen Herstellers EasyMile verwendet (Abb. 4). Das Shuttle wird vom Hersteller als Fahrzeug der Automatisierungsstufe 4 eingestuft – entspricht aber, wie eingangs beschrieben, jedoch eigentlich nur der Automatisierungsstufe 2. Die Maße des Shuttles belaufen sich auf 4,02 x 2,00 x 2,87 Meter (L x B x H). Es bietet sechs Sitzplätze, ist elektrisch angetrieben und kann manuell ausschließlich mittels Fernbedienung gesteuert werden. Das Shuttle hat eine technisch maximale Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h, wobei es für das Projekt bis 20 km/h zugelassen ist. Im Betrieb weist es jedoch eine Höchstgeschwindigkeit von 15 km/h auf (vgl. EasyMile 2019a). Mittels GPS, Korrektursignal, Trägheitssensoren, Odometrie und einer vorgeschichteten Karte kann sich der Shuttlebus lokalisieren und die vorgegebene Trajektorie abfahren (vgl. EasyMile 2019b). Die Karte, samt Trajektorie und Streckenumgebung, wird vor dem Betrieb während zahlreicher Testfahrten erstellt. Hierzu scannt der Shuttlebus seine Streckenumgebung, während er im manuellen Modus betrieben wird (vgl. Rutanen/Arffman 2017). Der Shuttlebus nutzt auf dem Dach zur Lokalisation montierte Lidarsensoren und hinterlegt in der Karte alle gescannten geometrischen Merkmale in entsprechender Höhe (vgl. Regional Transportation District 2019). Durch den Abgleich der gespeicherten geometrischen Merkmale und der in Echtzeit detektierten Daten kann sich der Shuttlebus durch Wiedererkennung der Merkmale selbst verorten. Diese Merkmale werden folgend als Landmarker bezeichnet. Hindernisse auf einer Höhe von 35 Zentimetern erkennt das Fahrzeug mittels seiner vier Sicherheits-Lidarsensoren, die eine 360-Grad-Hindernisdetektion ermöglichen (vgl. ebd.).

**Abbildung 4:** Das verwendete Shuttle *EZ 10* im Betrieb



Foto: [www.autonv.de](http://www.autonv.de)

## 4.2 STRECKENFINDUNG, INFRASTRUKTURANPASSUNG UND ORIENTIERUNG DES SHUTTLEBUSSES

Hinsichtlich des Einsatzgebietes zum Testen des automatisierten Shuttlebusses fand durch die Festsetzung des Landkreises Ostprignitz-Ruppin als Testgebiet in der Projektskizze bereits eine erste Abgrenzung statt. Für eine weitere Einschränkung möglicher Einsatzgebiete wurden im Anschluss alle Knotenpunkte des übergeordneten Verkehrs (PlusBus und Bahnverkehr) im Landkreis erfasst, damit für die automatisierte Buslinie entsprechende Anbindungen vorhanden sind. Hierdurch wird die Buslinie Teil des ÖPNV-Netzes in Ostprignitz-Ruppin und kann durch ihre Integration einen Beitrag zur Sicherung der Daseinsvorsorge leisten.

Aufgrund der technischen Voraussetzungen kommt für den Betrieb des Busses bisher nur die letzte Meile in Frage. Hierfür wurde im nächsten Schritt der Bedarf anhand der Einwohnerzahlen der Ortschaften und Strukturdaten evaluiert. Durch diese zwei Schritte wurden im gesamten Landkreis Ostprignitz-Ruppin 25 potentielle Strecken sondiert, die im Anschluss auf weitere Kriterien geprüft wurden. Hierzu zählten unter anderem die Verkehrsdichte, Streckenlänge, Straßenkategorie, Höchstgeschwindigkeit, Mobilfunknetz und Anpassungsbedarf. Durch dieses Verfahren wurden zwei Strecken identifiziert und letztlich die Strecke in der Gemeinde Wusterhausen/Dosse ausgewählt.

Die ausgewählte Strecke für den Betrieb der automatisierten Buslinie ist insgesamt 8 Kilometer lang und verbindet den dezentral östlich liegenden Bahnhof der Gemeinde Wusterhausen/Dosse, der auch eine Anbindung zum PlusBus (örtliches ÖV-Angebot) besitzt, mit dem Stadtzentrum, den dortigen Supermärkten, dem Pflegeheim und einer dezentralen Wohnsiedlung sowie mit der Seenlandschaft am nördlichen Stadtrand. Unter Berücksichtigung der technischen Fähigkeiten des Fahrzeugs wurde die Einführung der Strecke in drei Stufen bzw. Abschnitte (gelb, rot, grün) realisiert. Die Streckenlänge kann aufgrund dieser Stufen bzw. Streckenabschnitte 2, 4 und 8 Kilometer betragen (Abb. 5).

**Abbildung 5:** Überblick der Strecke des automatisierten Shuttlebusses in der Gemeinde Wusterhausen/Dosse

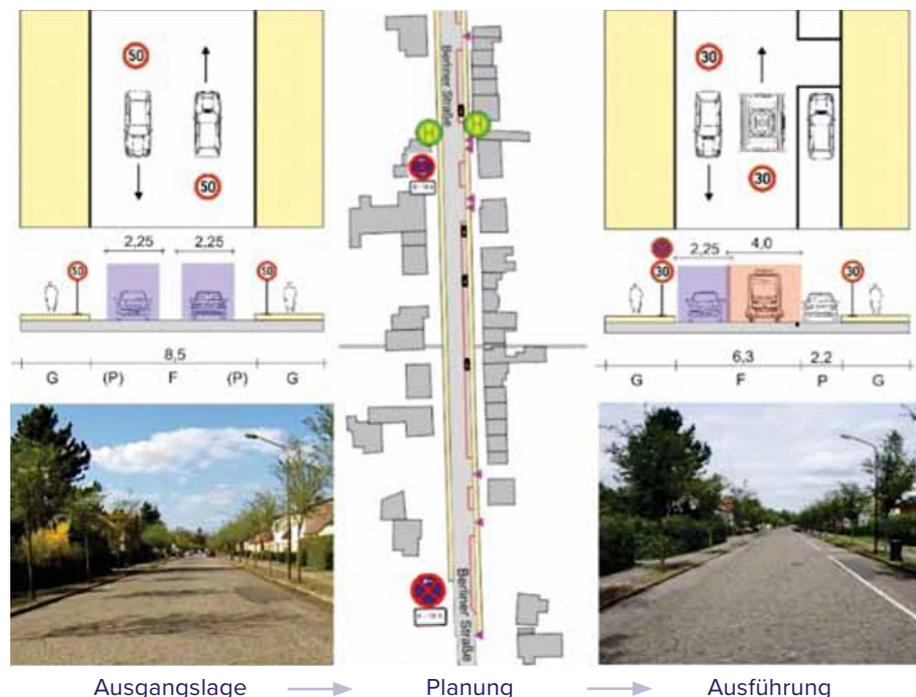


Quelle: [www.autonv.de/fahrplan-strecke](http://www.autonv.de/fahrplan-strecke)

Zur Vorbereitung des jeweiligen Abschnitts gibt der Fahrzeughersteller (EasyMile) eine Bewertung ab – samt Empfehlungen zu infrastrukturellen Anpassungen. Am Beispiel des zweiten Streckenabschnitts (roter Abschnitt in Abb. 5) erfolgt im Folgenden eine Beschreibung solcher Anpassungen hinsichtlich Infrastruktur und Orientierung des Shuttlebusses.

Der zweite Streckenabschnitt, die Berliner Straße, ist gemäß der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV 2006) eine örtliche Einfahrtstraße in der Stadt Wusterhausen und hat eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke von 646 Kfz pro 24 Stunden (Verkehrszählung 2018) sowie viele Grundstückszufahrten. Die Straße weist eine Fahrbahnbreite von 8,7 Metern auf, das Parken ist an beiden Fahrbahnrandern grundsätzlich erlaubt. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit liegt bei 50 km/h (Abb. 6, links: „Ausgangslage“). Da die Trajektorie des Shuttlebusses nicht dynamisch änderbar ist, muss gewährleistet sein, dass sie nicht durch parkende Fahrzeuge blockiert wird. Eine Verlegung der Trajektorie in die Fahrbahnmitte ist jedoch aufgrund des deutschen Rechtsfahrgebotes ausgeschlossen. Um dieses Gebot nicht zu missachten, wurden während des Betriebs ein einseitiges Halteverbot auf der westlichen Straßenseite eingeführt und auf der östlichen Straßenseite Parkstände in Längsaufstellung markiert. Somit kann die Trajektorie Richtung Süden am Fahrbahnrand verlaufen und in Richtung Norden entlang des Parkstreifens. Hierdurch werden Konflikte zweier entgegenkommender Fahrzeuge im Straßenraum der Berliner Straße verhindert, da der Shuttlebus nicht mehr antizipieren muss, wie sich das entgegenkommende Fahrzeug verhalten wird. Zusätzlich wurde die maximale Höchstgeschwindigkeit aufgrund der schwierigen Fahrbahnoberflächenbeschaffenheit, mitunter verursacht durch Fahrbahnschäden und Kopfsteinpflaster, auf 30 km/h herabgesetzt. Die Planung des Halteverbotes und der Parkflächenmarkierung (rote Linie) ist der Mitte der Abbildung 6 und die Situation nach der Ausführung der rechten Seite der Abbildung 6 zu entnehmen.

**Abbildung 6:** Überblick der Infrastrukturanpassung für den Streckenabschnitt 2, Berliner Straße in Wusterhausen/Dosse, in den drei Phasen Ausgangslage, Planung und Ausführung

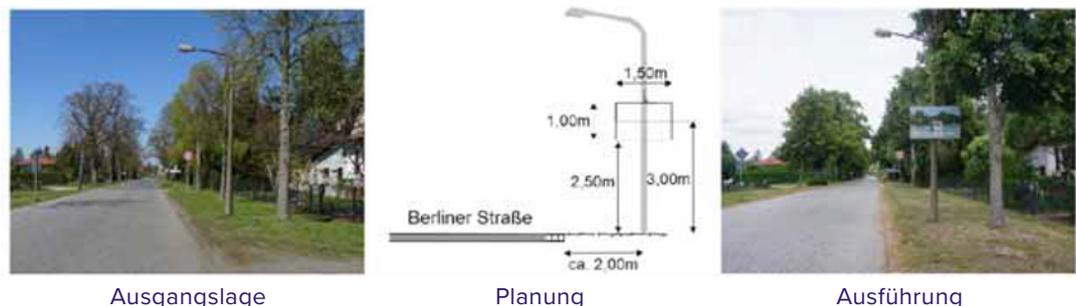


Quelle: eigene Darstellung; Foto links vom 17.4.2018, Foto rechts vom 4.7.2019; Fotos: Holst/Egoldt

Die Querschnittsdarstellungen in Abbildung 6 zeigen die Sicherheitsräume gemäß FGSV (2006) und die des Shuttles (vgl. Rutanen/Arffman 2017). Im rechten Querschnitt ist zu erkennen, dass sich die Sicherheitsräume aufgrund der Maßnahmen schneiden, was wiederum zu einer Reduzierung der Geschwindigkeit des Shuttlebusses an einem solchen Punkt führt. Die Einführung eines beidseitigen Halteverbotes war aufgrund des hohen Stellplatzbedarfs nicht realisierbar.

Für die Orientierung des Shuttlebusses sind aufgrund des Lokalisationsverfahrens mittels Wiedererkennung von Landmarkern statische, geometrische Merkmale im Umfeld der Strecke essentiell. Durch die Positionierung des Lokalisations-Lidarsensors auf dem Dach des Shuttlebusses und des geringen Öffnungswinkels des Sensors wurden geometrische Objekte in einer Höhe von ca. 3 Metern benötigt (vgl. EasyMile 2019b). Hierfür sind Gebäude bzw. Gebäudeecken nutzbar, welche auf innerörtlichen Straßen zum Großteil vorhanden sind. Im südlichen Teil der Berliner Straße existierte jedoch ein anbaufreies Gebiet, in dem keine Landmarker vorhanden waren. Nach Absprache mit dem Hersteller EasyMile wurden in diesem Gebiet daher drei künstliche Landmarker in Form von Schildern aufgestellt. Um möglichst wenig in den Straßenraum einzugreifen, wurden diese Schilder an vorhandenen Laternenmasten angebracht. Die Ausgangslage, Planung mit Maßen und Ausführung ist der Abbildung 7 zu entnehmen. Auch im dritten Streckenabschnitt existierten anbaufreie Straßenzüge. Hier konnten jedoch Bäume am Fahrbahnrand als Landmarker verwendet werden, da sie die entsprechenden Anforderungen erfüllten.

**Abbildung 7:** Überblick zur Umfeldanpassung für die Orientierung des Shuttles im Streckenabschnitt 2, Berliner Straße in Wusterhausen/Dosse, in den drei Phasen Ausgangslage, Planung und Ausführung



Quelle: eigene Darstellung; Foto links vom 17.4.2018, Foto rechts vom 4.7.2019; Fotos: Holst/Egoldt

## 4.3 ZULASSUNG UND INBETRIEBNAHME

Für den Betrieb des automatisierten Shuttlebusses war, wie für jedes auf öffentlicher Straße genutzte Fahrzeug, eine Zulassung erforderlich. Im Rahmen des Projekts erfolgte die Zulassung mittels einer Ausnahmegenehmigung. Für das Erhalten einer solchen Ausnahmegenehmigung ist in Deutschland grundsätzlich ein Gutachten einer amtlichen Prüfstelle erforderlich. Da in diesem Gutachten auch die Strecke sowie der Zeitraum des Projekts enthalten sein muss, ist sowohl die Ausnahmegenehmigung als auch die Zulassung des Shuttlebusses strecken- und zeitraumgebunden. Nach der erfolgreichen Zulassung wurde die Linienkonzessionierung beantragt. Hierfür mussten zahlreiche Unterlagen wie die Linienführung der Buslinie samt den Positionen und Namen aller Haltestellen sowie die Fahrzeugzulassung eingereicht werden. Erst mit erfolgreicher Linienkonzessionierung war die Inbetriebnahme der Linie gemäß in Deutschland geltendem Recht möglich. Zusätzlich bedurfte es jedoch auch noch der Genehmigung des Fahrzeugherstellers, der erst nach Erfüllung der zuvor von ihm angegebenen infrastrukturellen Änderungsmaßnahmen sein Einverständnis für den Betrieb gab.

Im Rahmen des Betriebs des Shuttlebusses erfolgten in den ersten Tagen der Freigabe eines Abschnitts Probefahrten ohne Fahrgäste, damit sich alle VerkehrsteilnehmerInnen und insbesondere die Begleitpersonen an die Fahreigenschaften des Shuttlebusses gewöhnen konnten. Die Begleitpersonen sind nicht nur aufgrund rechtlicher Bestimmungen notwendig, sie müssen auch Fahraufgaben erfüllen. Die Fahrt muss an Knotenpunkten, damit der Shuttlebus sie passieren kann, durch die Begleitperson aktiv freigegeben werden. Aufgrund des Sicherheitsraums des Shuttlebusses kommt es auf Straßen mit Regelquerschnitten gemäß der RAS 06 (vgl. FGSV 2006) bei Gegenverkehr immer zu Bremsvorgängen, da sich das entgegenkommende Fahrzeug im Sicherheitsraum des Shuttlebusses befindet. Auch ein dynamischer Überholvorgang anderer VerkehrsteilnehmerInnen, gefolgt von einem engen Einschieren vor dem Shuttlebus, führt zu Verzögerungen. Diese Verzögerungen haben Auswirkungen auf den Betrieb des Shuttlebusses und wurden von den Fahrgästen als negativ empfunden.

## 4.4 BISHERIGE ERKENNTNISSE

Die aufgeführten Erfahrungen spiegeln das Zulassungsverfahren, die Streckenfindung sowie deren Anpassung und eine Einschätzung des Betriebs nach einer ca. sechsmonatigen Betriebsdauer wider. Die Wahl des Herstellers ist für den Ablauf des Projektes bedeutend: Er nimmt sowohl bei der Streckenwahl als auch bei der Vorgabe infrastruktureller Anpassungen eine tragende Rolle ein. Auch die Bedarfe der NutzerInnen sind von großer Bedeutung. Bereits während der Freigabe des ersten Abschnitts wird der Wunsch nach einer Verlängerung der Strecke, insbesondere von der älteren Bevölkerung, geäußert. Jedoch zeigt sich auch, dass sich ein Ortsverkehr in einer Kleinstadt vor allem zeitlich an die Bedarfe der Fahrgäste richten muss: Zum einen ist eine Anpassung der Geschwindigkeit sowie eine Erhöhung der Zuverlässigkeit nötig, zum anderen muss auch der Fahrplan mit den Bedarfen der NutzerInnen abgestimmt werden. Das Erstellen eines bedarfsgerechten Fahrplans macht es umso schwerer, eine traditionelle Buslinie für eine Kleinstadt im ländlichen Raum zu etablieren und fordert das Prüfen von Alternativen. Zusätzlich sind derzeit infrastrukturelle Maßnahmen für einen möglichst störungsfreien Betrieb notwendig, die mit der Weiterentwicklung automatisierter Fahrfunktionen obsolet werden könnten und daher vermieden werden sollten.

## 5. BETRIEB UND INTEGRATION AUTOMATISierter SHUTTLEBUSSE IN DEN ÖFFENTLICHEN VERKEHR

**am Beispiel des Projekts „MyShuttle“ in Zug, Schweiz**

Zoltán László

Im Rahmen des Projekts „MyShuttle“ wurden unter Nutzung eines automatisierten Shuttlebusses verschiedene Einsatzmöglichkeiten von automatisierten Fahrzeugen und darauf basierende Angebotskonzepte analysiert, entwickelt und in einem ausgedehnten Feldtest in der Stadt Zug (etwa 30 000 Einwohner) in der Schweiz getestet. Ausgangspunkt des Projekts waren die durch das automatisierte Fahren angestoßenen, radikalen Veränderungen im Personenverkehr. Insbesondere die mit dem automatisierten Fahren verbundenen möglichen Chancen für ein kundenfreundlicheres, effizienteres, umweltfreundlicheres und kostengünstigeres Gesamtverkehrssystem – im Sinne einer Konvergenz des öffentlichen und des individuellen Verkehrs (ÖIV) mit dem Fokus auf geteilte Fahrten (Sharing) und Mitfahrtservices – bewegten die Schweizer Bundesbahnen (SBB) dazu, sich auf diese Veränderungen vorzubereiten, um den KundInnen auch zukünftig ein entsprechendes Angebot bieten zu können.

Aus diesen Überlegungen heraus wurde das Projekt „MyShuttle“ durch die SBB, als größtes Personenbeförderungsunternehmen der Schweiz, gemeinsam mit dem Schweizer Unternehmen Mobility Carsharing, den Zugerland Verkehrsbetrieben, dem Standortpartner Stadt Zug sowie dem Technologiecluster Zug, gestartet. Der Fokus lag dabei in der betrieblichen Erprobung auf den drei Schwerpunkten: (1) Integrierbarkeit von automatisierten Fahrzeugen in das bestehende Kundeninformationssystem des öffentlichen Verkehrs, (2) konkrete Erfahrungen zur technischen Maturität der verfügbaren Soft- und Hardware und (3) die Kundenakzeptanz gegenüber automatisierten Shuttleservices. Im Januar 2019, nach eineinhalb Jahren Planung und Vorbereitung, startete der einjährige Pilotbetrieb. „MyShuttle“ war damit der erste automatisierte Shuttlebus in der Schweiz, der auf einer durchgehend hochfrequentierten öffentlichen Straße im Mischverkehr betrieben wurde. Im Folgenden werden der Betrieb und die Integration des automatisierten Shuttlebusses in den bestehenden öffentlichen Verkehr näher beleuchtet.

## 5.1 VERWENDETER SHUTTLEBUS UND BETRIEB

Bis zum Beginn des Projektvorhabens hatte keiner der führenden Technologieanbieter bzw. Fahrzeughersteller im Gebiet automatisierter Fahrzeuge eingewilligt, Fahrzeuge in der Schweiz zu testen oder in Pilotprojekte partnerschaftlich einzubringen. Im Rahmen des „MyShuttle“-Projekts gingen die Verantwortlichen daher pragmatisch vor und beschafften sich den aus Projektsicht passendsten und erwerbbarsten automatisierten Shuttlebus: das Modell *EZ10* vom französischen Start-up EasyMile (Abb. 8).

**Abbildung 8:** Das verwendete Shuttle *EZ 10* im Betrieb in Zug

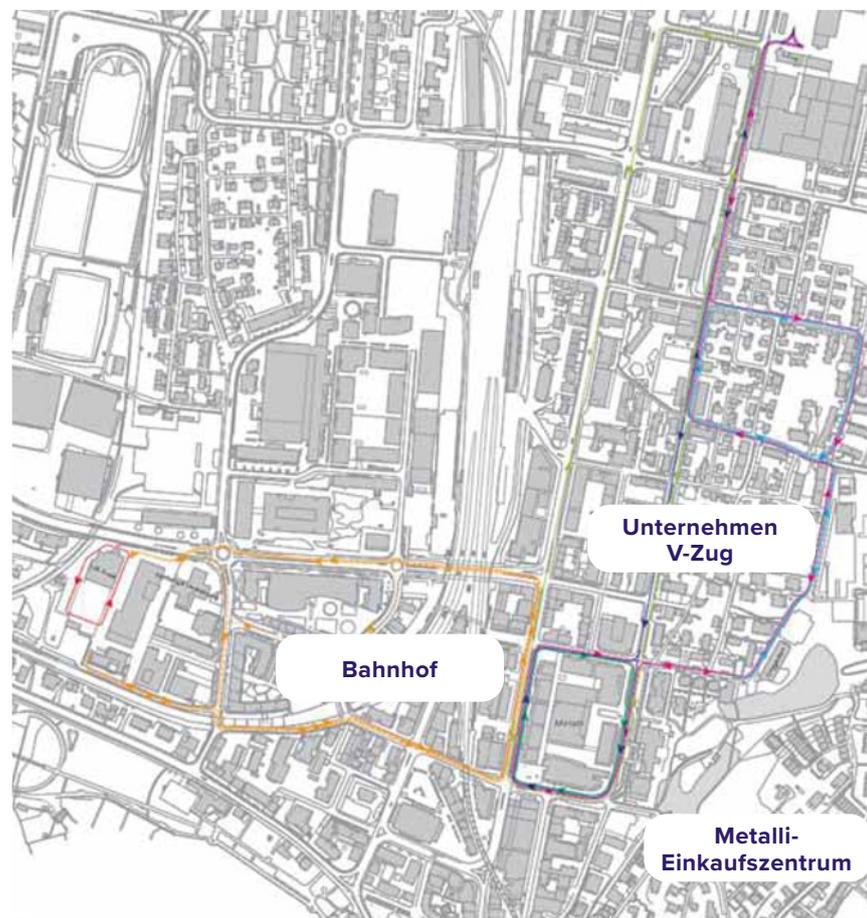


Quelle: SBB (2020: 1)

Im Rahmen des Projekts wurde der automatisierte Shuttlebus hauptsächlich zum Bedienen der ersten und letzten Meile innerhalb der Stadt Zug, insbesondere zwischen dem Bahnhof und den Arealen des Unternehmens V-Zug, eingesetzt. Abbildung 9 gibt einen Überblick der Routenführungen für den Einsatz des Shuttlebusses in der Stadt Zug. Während die Routenführungen 1 bis 4 allein für Funktionstests des Fahrzeugs oder kurze Demonstrationszwecke genutzt wurden, fand der regelmäßige und öffentliche Betrieb des automatisierten Shuttlebusses auf der Routenführung 5 (rosa) zwischen dem Bahnhof bzw. dem Einkaufszentrum Metalli sowie den Arealen des Unternehmens V-Zug oder auf den Routenführungen 6 und 7 (lila und grün), die jeweils eine adaptierte, zum Teil verkürzte Form der Routenführung 5 darstellen, statt (Abb. 9).

EasyMile, der Hersteller des automatisierten Shuttlebusses, arbeitete mit vollem Einsatz daran, den Anforderungen des Projekts gerecht zu werden. Dank den großen Anstrengungen konnte man schließlich im Mischverkehr zwischen dem Bahnhof und den Arealen des Unternehmens V-Zug fahren. Allerdings gab es im Betrieb des automatisierten Shuttles immer wieder Herausforderungen: Das fehlerfreie Erkennen von Ampelzeichen, das Antizipieren des Verkehrsflusses, die Umfahrung von Hindernissen, das Fahren bei starkem Niederschlag oder selbstständiges „Lernen“ aus neuen Fahrsituationen waren durch das Fahrzeugmodell im Rahmen des Betriebs noch nicht möglich. Sensorstörungen durch Pollen, das Befahren von Kreuzungen mit Linksabbiegen, Störungen aufgrund wachsender Vegetation oder Baustellen waren Gegebenheiten, die eine Begleitung durch SicherheitsfahrerInnen unabdingbar machten. Aufgrund

**Abbildung 9:** Überblick der Routenführungen des automatisierten Shuttles in der Stadt Zug



- |                     |  |
|---------------------|--|
| Route 1             | Testroute ZVB-Areal                              |
| Route 2 - Option A  | Hin- und Rückfahrt ZVB-Areal                     |
| Route 2 - Option B  | Hin- und Rückfahrt ZVB-Areal                     |
| Route 2 - Option D  | Hin- und Rückfahrt ZVB-Areal (während Baustelle) |
| Route 3             | Short-Loop Metalli Einkaufszentrum               |
| Route 4             | City Garden Testroute                            |
| Route 5             | Metalli - V-Zug - Metalli (30er Zone)            |
| Route 6             | Metalli - V-Zug - Metalli (via Industriestraße)  |
| Route 7             | Metalli - V-Zug - Metalli (via Baarerstraße)     |
|                     |  |
| Eigentum Stadt Zug  |  |
| Eigentum Kanton Zug |  |

Quelle: SBB (2020: 12)

der technischen Komplexität war es für EasyMile im Rahmen des Betriebs des Fahrzeugs im Projekt zudem nicht möglich, den KundInnen einen bedarfsgesteuerten Gebietservice anzubieten (On-Demand-Angebot in einem ausgewählten Gebiet, in dem PassagierInnen an jedem beliebigen Ort zu- und aussteigen können). Der Zu- und Ausstieg von Personen war im Betrieb nur bei Zwischenstopps an fixen Haltestellen entlang der Routenführung möglich.

## 5.2 INTEGRATION IN KUNDENINFORMATIONSSYSTEME DES ÖFFENTLICHEN VERKEHRS

Ein wesentlicher Fokus des Projekts lag darin, eine Integration des Shuttlebusses in die Kundeninformationssysteme der SBB und demzufolge in die der bestehenden ÖV-Landschaft der Schweiz auszuloten. Hierzu wurde mit dem Unternehmen Bestmile, welches Dispositions- bzw. Flottenmanagementsysteme für automatisierte Fahrzeuge anbietet, zusammengearbeitet. Ziel war es, den automatisierten Shuttlebus in die verschiedenen Kundeninformationssysteme des öffentlichen Verkehrs, beispielsweise (1) in die Anzeige von Abfahrtszeiten an Monitoren an Bushaltestellen, (2) in die Anzeige von Anschlussverbindungen im Zug oder (3) in die Anzeige von Abfahrtszeiten in den SBB Apps, zu integrieren.

Die Kundeninformationssysteme dienen dazu, die PassagierInnen über das Angebot bzw. deren Änderungen zu informieren. Die Schweiz ist in diesem Thema für den ÖV Vorreiter, weil die SBB im Auftrag des Bundesamts für Verkehr Informationen zur Mehrzahl der ÖV-Angebote bündelt und der Branche sowie den KundInnen zur Verfügung stellt.

Stark vereinfacht dargestellt sind diese Systeme auf aktuelle ÖV-Angebotsformen, d. h. auf im Vorfeld festgelegte Linienführungen mit fixen Haltestellen und entsprechenden langfristigen Fahr- bzw. Zeitplänen ausgerichtet. Folgen Services mit automatisierten Fahrzeugen dieser Angebotslogik, wie der im Projekt implementierte liniengebundene Shuttlebus mit fixen Haltestellen, können sie in der aktuellen Systemlandschaft problemlos integriert und den KundInnen dargestellt werden. Ausschlaggebend ist dabei nicht der Automatisierungsgrad der Fahrzeuge, sondern ob das automatisierte Fahrzeug nach Fahrplan oder auf Abruf angeboten wird. Innerhalb des Projekts wurden so die Anschlussverbindungen des öffentlichen Verkehrs im Shuttlebus auf einem Monitor dargestellt (Abb. 10, links). Andererseits wurden ebenso die geplanten Abfahrtszeiten des Shuttlebusses vom Hauptbahnhof Zug an den Abfahrtsanzeigen am Bahnhof gezeigt (Abb. 10, rechts). Hierzu wurde der als klassischer Linienverkehr betriebene Shuttlebus als Linie 17 in das ÖV-Fahrplan- und Kundeninformationssystem integriert und ein Fahrplan des Shuttlebusses hinterlegt.

**Abbildung 10:** Anzeige der Anschlussverbindungen im Shuttlebus (links) und Anzeige des Shuttlebusses beim Abfahrtsmonitor im Bahnhof Zug (rechts)

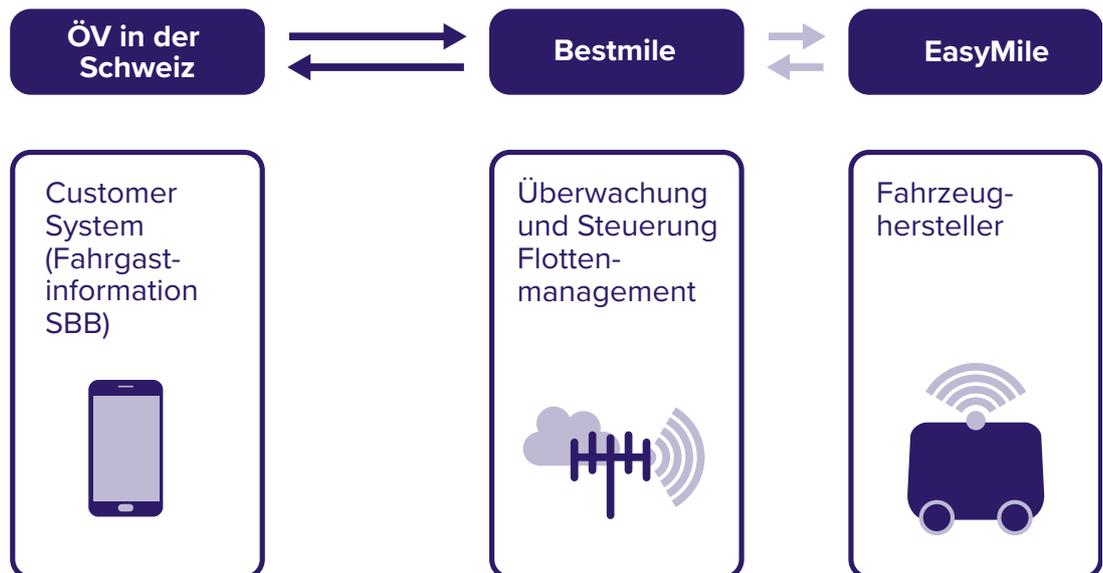


Quelle: SBB (2020: 32)

Wie eingangs erwähnt, bieten automatisierte Fahrzeuge eine große Chance für neue Angebotsformen, insbesondere Transportservices auf Abruf (On-Demand-Services). Aufgrund seiner Automatisierung kann ein automatisiertes Fahrzeug zu einer bestimmten Zeit an einen definierten Ort bestellt werden, wobei es möglich ist, ohne Umstieg an den Zielort gebracht zu werden. Durch ein solches Angebot kann man auf den Besitz eines eigenen Autos verzichten. Wenn gleichzeitig verschiedene Fahrten aus Effizienzgründen gebündelt werden, vereint diese neue Angebotsform die Vorteile des öffentlichen Verkehrs mit denen des eigenen Fahrzeuges. Daraus entsteht der sogenannte öffentliche Individualverkehr (ÖIV).

Um den starken Schweizer ÖV mit diesen neuen Angebotsformen anzureichern, wurden im Pilotprojekt „MyShuttle“ erste Versuche unternommen, ein derartiges ÖIV-Angebot, wie beispielsweise ein Shuttlebus mit flexiblen Haltewünschen, in die Kundeninformation zu integrieren. Die hierfür notwendige Informationskette zwischen dem vorhandenen Kundeninformationssystem der SBB, dem Dispositions- bzw. Flottenmanagementsystem von Bestmile und dem Fahrzeug ist in Abbildung 11 ersichtlich. Der in den Systemen des ÖV enthaltene Fahrplan wird an das Steuerungs- bzw. Dispatchingsystem übermittelt, das den Fahrplan in Einzelfahrten aufteilt und sequenziell an das Fahrzeug weitergibt (Mission Management). Das Fahrzeug meldet stets Position, Geschwindigkeit und weitere Daten an das Dispatchingsystem von Bestmile zurück. Das Steuerungs- und Dispatchingsystem berechnet daraufhin das Delta zwischen Echtzeit- und Sollfahrplan und meldet es dann dem Kundeninformationssystem zurück, um letztendlich die KundInnen über die Abweichung zu informieren.

**Abbildung 11:** Schematische Darstellung der Informationskette zwischen Kundeninformationssystem, Dispatchingsystem und Fahrzeug



Quelle: eigene Darstellung nach SBB (2020: 32)

Ein wesentlicher Aspekt ist also, dass das Dispatchingsystem Fahraufträge, sogenannte Missions, an das Fahrzeug sendet, die es dann durchführt. Hierbei muss das Dispatchingsystem auch in der Lage sein, Veränderungen der Mission durchzuführen, beispielsweise durch einen verlangten Halt des Shuttlebusses, der während der Fahrt betätigt wird. Aufgrund der technischen Komplexität war es für EasyMile im Rahmen des Pilotbetriebs des Shuttlebusses nicht möglich, eine Schnittstelle zur Verfügung zu stellen, die eine Mission verarbeiten und mit Anpassungen der Mission umgehen kann, sowie einen bedarfsgesteuerten Gebietservice, bei

dem der/die KundIn an jedem beliebigen Ort zu- und aussteigen kann, anzubieten. Laut EasyMile sei der externe Zugriff auf das Fahrzeug durch eine Mission nach jetzigem Stand aus Sicherheitsgründen kritisch und könnte missbraucht werden.

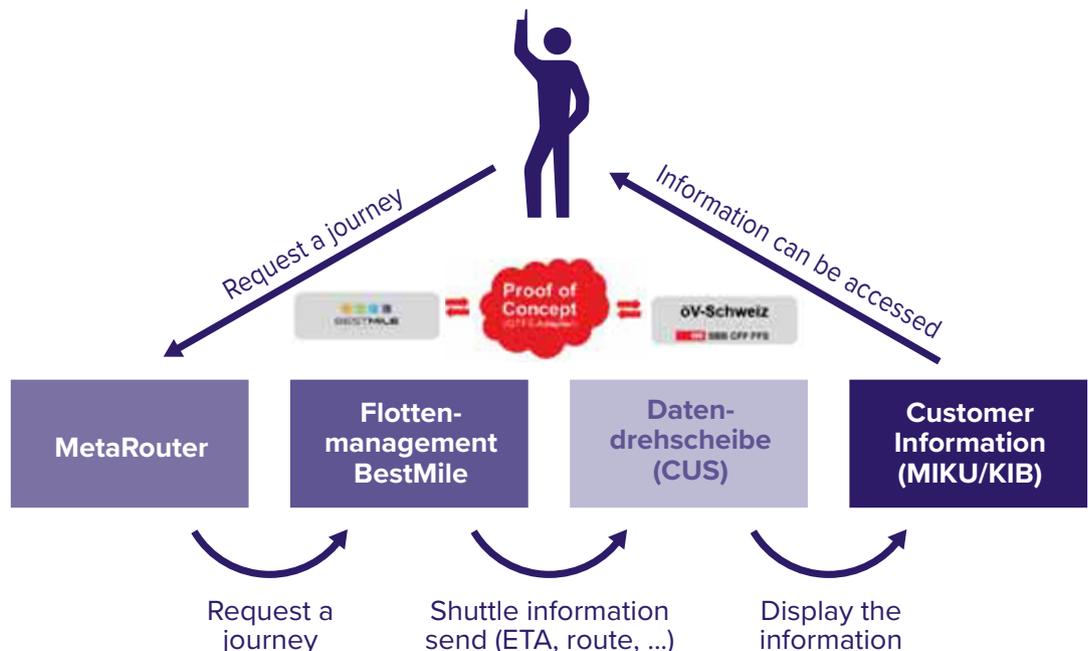
Um die Integration solcher Angebotsformen in das bestehende Kundeninformationssystem dennoch ausloten zu können, wurden in der Folge (1) für einen „Proof of Concept“ Fahrzeuge im Dispatchingsystem von Bestmile fiktiv „erstellt“, also simuliert, und (2) mittels einer von Bestmile entwickelten App (Stadt Zug On-Demand-App) für EndkundInnen die Funktionalität von flexiblen Halten des Shuttlebusses über die SicherheitsfahrerInnen untersucht.

Für (1) den „Proof of Concept“ wurde daran gearbeitet, eine Verbindung zwischen dem Kundeninformationssystem der SBB und dem Dispatchingsystem von Bestmile herzustellen. Dies war erforderlich, da die Formate des Kundeninformationssystems derzeit auf fixen Haltestellen und vordefinierten Linienführungen und Fahrplänen basieren, während das Dispatchingsystem für einen Gebietservice, der nach Bedarf und nicht nach Fahrplan fährt, ausgelegt ist. Diese Tests wurden an Testsystemen durchgeführt, die tatsächlichen Produktsysteme bzw. Kundeninformationssysteme der SBB standen dafür nicht zur Verfügung.

Für die Tests wurden das Bestmile-System und das Kundeninformationssystem der SBB (CUS – Customer System) mit einem Adapter, der die Logiken beider Systeme zusammenbringt, verbunden und in weiterer Folge mit einem Router (MetaRouter) sowie den Informationskanälen der SBB MIKU (Mobiles Informationstool für Kundenkontakte) oder der KIB (Kundeninformation am Bahnhof, d. h. Lautsprecher und Bildschirme) verbunden (Abb. 12).

Das CUS erreichte hier jedoch seine Grenzen. Solange man sich im Rahmen des Linienverkehrs bewegte, konnten die durch Bestmile simulierten Fahrzeuge erfolgreich in den Kerninformationssystemen des öffentlichen Verkehrs angezeigt werden (siehe hierzu auch die bereits

**Abbildung 12:** Informationsfluss für die ÖV-Integration und den „Proof of Concept“ und damit den Adapter zwischen Customer System (CUS) der SBB und Bestmile

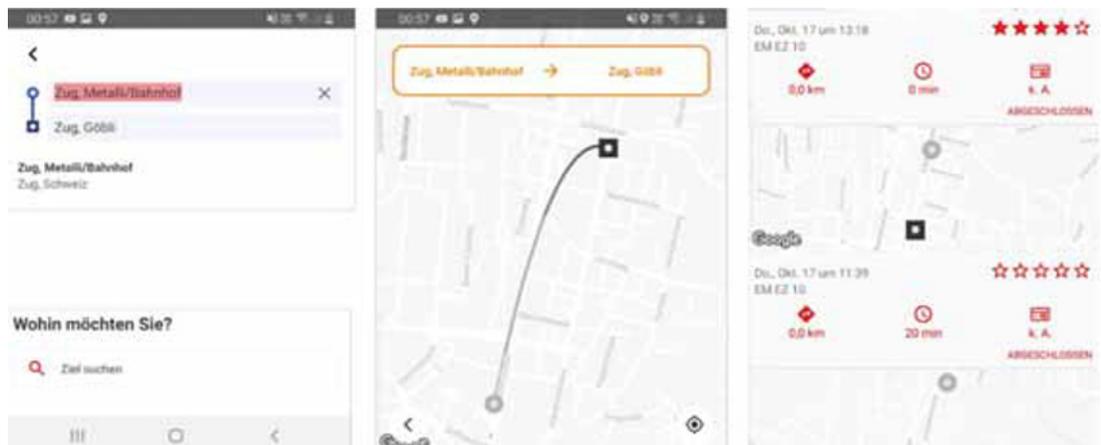


Quelle: eigene Darstellung nach SBB (2020: 26)

erwähnte erfolgreiche Implementierung des liniengebundenen Shuttlebusses in die Abfahrtsanzeigen am Bahnhof). Eine vorgeschaltete Logik erkannte und stellte sogar gebündelte Fahrten (Bündelung von mehreren Buchungen aus dem MetaRouter auf ein Fahrzeug) sinnvoll dar. Sobald man jedoch den Linienverkehr verließ und auf Gebietservice ohne Fahrpläne ausweitete bzw. versuchte, dieses zu simulieren (Fahrt und Halt auf Verlangen), konnte das System die Information nicht mehr verarbeiten und anzeigen.

Für (2) die Erprobung der Funktionalität flexibler Haltewünsche wurde eine App für die Stadt Zug von Bestmile entwickelt (Zug On-Demand), wobei Haltewünsche über die App allein an den/die SicherheitsfahrerIn übermittelt wurden. Diese Haltewünsche erschienen dann in der Driver-App des/der SicherheitsfahrerIn. Diese/r konnte die gemeldeten Wünsche manuell annehmen oder ablehnen (Abb. 13).

**Abbildung 13:** “Zug On-Demand“-App (oben) und Driver-App-Interface der Fahrt- und Haltewünsche (unten)



Time of booking	Desired pickup time	Planned pickup time	Pickup ETA	Dropoff ETA	Traveler	Assigned vehicle	Status
12/12/2019 at 11:35 AM	12/13/2019 at 11:28 AM		11:28:00	11:21:00			Completed
12/12/2019 at 11:34 AM	12/13/2019 at 11:10 AM		11:10:00	11:18:00	11:30:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:34 AM	12/13/2019 at 10:58 AM		10:58:00	10:58:00	11:07:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:33 AM	12/12/2019 at 3:40 PM		3:40 PM	4:31 PM	4:40 PM Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Cancelled by the operator
12/12/2019 at 11:33 AM	12/12/2019 at 3:28 PM		3:28 PM	4:22 PM	4:31 PM Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Cancelled by the operator
12/12/2019 at 11:32 AM	12/12/2019 at 3:10 PM		15:10:00	15:22:00	16:22:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:32 AM	12/12/2019 at 11:32 AM				Fahrplan Forcierung	-	No vehicle available
12/12/2019 at 11:31 AM	12/12/2019 at 2:58 PM		14:58:00	15:07:00	15:20:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:31 AM	12/12/2019 at 2:40 PM		14:40:00	14:51:00	15:06:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:31 AM	12/12/2019 at 2:28 PM		14:28:00	14:35:00	14:51:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:30 AM	12/12/2019 at 2:10 PM		14:10:00	14:41:00	14:49:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:30 AM	12/12/2019 at 11:30 AM				Fahrplan Forcierung	-	No vehicle available
12/12/2019 at 11:29 AM	12/12/2019 at 1:58 PM		13:58:00	14:32:00	14:41:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:29 AM	12/12/2019 at 1:40 PM		13:40:00	14:24:00	14:32:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:23 AM	12/12/2019 at 11:24 AM		11:34:00	11:40:00	11:48:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:09 AM	12/12/2019 at 1:28 PM		13:28:00	14:08:00	14:23:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:08 AM	12/12/2019 at 1:10 PM		1:10 PM	1:39 PM	1:48 PM Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Cancelled by the operator
12/12/2019 at 11:08 AM	12/12/2019 at 12:58 PM		12:58:00	13:13:00	13:22:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:07 AM	12/12/2019 at 12:40 PM		12:40:00	12:53:00	13:13:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed
12/12/2019 at 11:06 AM	12/12/2019 at 11:07 AM		11:21:00	11:40:00	11:48:00 Fahrplan Forcierung	MyShuttle Driver App	Completed

Quelle: SBB (2020: 32)

Die Verwendung der App zur Übermittlung von Haltewünschen an den/die SicherheitsfahrerIn half zwar, die Funktionalität flexibler Haltewünsche zu erproben, es zeigten sich aber – insbesondere aufgrund der schlanken Ausgestaltung der App, die der kurzen Entwicklungszeit geschuldet war – einige Probleme: Beispielsweise wurden Adressen nicht korrekt erkannt und zeitweise falschen Haltestellen zugeordnet, sodass KundInnen lange und nicht notwendige Fußwege zurücklegen mussten. Hinzu kam, dass die Destination nicht während der Fahrt verändert werden konnte, sondern nur bei Stillstand. Somit war es möglich, dass KundInnen einer

Fahrt zugeteilt waren, aber das Fahrzeug, das schon unterwegs war, nicht anhielt. Insgesamt konnten so rudimentäre On-Demand-Funktionalitäten im Rahmen des Projekts abgebildet werden, die von Bestmile zur Verfügung gestellte Software besaß zum Zeitpunkt des Projekts aber nicht den benötigten Reifegrad.

## 5.3 BISHERIGE ERKENNTNISSE

Insgesamt hat das Projekt zwar nicht alle ursprünglich formulierten Ziele erreicht, die übergeordneten Lernziele wurden dennoch übertroffen. Innerhalb der SBB konnte wesentliches Know-how im Bereich automatisierten Fahrens, dessen Kundenakzeptanz und insbesondere in der Integration in das ÖV-System aufgebaut werden. Um automatisierte Shuttlebusse als neue Angebotsform im Kontext des öffentlichen Verkehrs zu etablieren, sollten die Buchbarkeit und die Kundeninformation der Shuttlebusse über klassische ÖV-Kanäle (z. B. SBB-App) möglich sein. Auch muss der Einsatz von bedarfsgerechten, flexiblen Shuttlebussen an die Ankunfts- oder Abfahrtszeiten des übergeordneten ÖV geplant sein. Im Rahmen des Tests zeigte sich jedoch, dass aktuelle Kernsysteme des ÖV, die auf feste Haltestellen und Linien sowie einen fixen Fahrplan ausgerichtet sind, noch nicht mit Bedarfsverkehr (ohne fixen Fahrplan), Kursänderungen oder flexiblen Halten, sondern allein mit Shuttlebussen, die im Linienverkehr verkehren, umgehen können. Hierbei bedarf es neuer Systeme für die Integration und die Entwicklung standardmäßiger APIs („application programming interface“/Programmierschnittstellen), die von den ÖV-Kernsystemen verarbeitet werden können.

Insgesamt konnte mit dem Projekt jedoch rechtzeitig wichtiges Wissen über neuartige Angebotsformen aufgebaut werden, um zum Zeitpunkt der Marktreife der Automatisierungstechnologie gegebenenfalls einen volkswirtschaftlich optimierten, kundenorientierten Service für die Schweiz anbieten zu können. Insbesondere die Ergebnisse des Projekts hinsichtlich der Integration automatisierter Shuttlebusse bzw. automatisierter On-Demand-Services in die Kundeninformationssysteme der SBB bzw. des öffentlichen Verkehrs werden nun dazu genutzt, um die genannten Systeme für diese neue Art von Mobilität fit zu machen.

## 6. FAZIT

Automatisiertes Fahren ermöglicht vielfältige Einsatzmöglichkeiten für neue Angebotsformen im öffentlichen Verkehr, die in das bestehende öffentliche Verkehrssystem integriert werden könnten. Durch eine Konvergenz des traditionellen öffentlichen Verkehrs und individuellerer Angebotsformen mit dem Fokus auf Sharing und Mitfahrservices kann der öffentliche Verkehr zukünftig personalisierter und flexibler gestaltet sowie eine zeitliche und räumliche Verdichtung des Angebots erreicht werden. Damit könnte letztlich den Bedürfnissen von KundInnen breiter und besser entsprochen werden.

Um die Anforderungen für einen bestmöglichen Einsatz neuer, automatisierter Angebotsformen zu erproben, braucht es umfangreiche Testbetriebe. Nicht nur hinsichtlich der technologischen Funktionsweise und Weiterentwicklung automatisierter Fahrzeuge, sondern auch um Erfahrungen zur Integration der Fahrzeuge in das bestehende öffentliche Verkehrssystem und zu den Wechselwirkungen mit den lokalen Gegebenheiten zu sammeln. Im Fokus der derzeitigen Auseinandersetzung des öffentlichen Verkehrs mit automatisierten Fahrzeugen stehen Testprojekte, in denen der Betrieb und die Integration von automatisierten Shuttlebussen er-

probt wird. Diese Testprojekte sind zum Teil in unterschiedlichen Gebietstypen bzw. räumlichen Settings (z. B. Stadtrand einer Großstadt, Kleinstadt, Dorf) verortet, weisen unterschiedliche Betriebskonzepte auf und stellen auch unterschiedliche Aspekte (z. B. technologische, organisatorische und betriebliche sowie wirtschaftliche Machbarkeit) stärker oder weniger stark in den Vordergrund. Oftmals geht mit den Testprojekten für die beteiligten Akteure wie öffentliche Verkehrsbetriebe bzw. -unternehmen oder Städte und Kommunen auch eine gewisse Demonstration von Innovationsfähigkeit und ein zukunftsfähiges Image einher (vgl. Perkins et al. 2018: 10). Allerdings konnten die beispielhaften Vertiefungen deutlich machen, dass es für die beteiligten Akteure auch noch weitere Vorteile und Potentiale gibt, sich an der Erforschung zukünftiger Mobilitätsoptionen im öffentlichen Verkehr zu beteiligen und in der Praxis zu erproben. So können Testprojekte mit automatisierten Fahrzeugen bzw. speziell auch mit automatisierten Shuttlebussen im öffentlichen Verkehr dienlich sein, um

- mögliche Betriebskonzepte in der Praxis zu prüfen,
- unterschiedlichen StakeholderInnen zu ermöglichen, hierzu Erfahrungen zu sammeln,
- NutzerInnen in den Betrieb zu involvieren und deren Akzeptanz zu eruieren,
- Know-how hinsichtlich des Betriebs, der Reparatur und des Service aufzubauen,
- eine entsprechende Dateninfrastruktur (z. B. operative und analytische Datensätze, Definition von Anforderungen für den Datentransfer, Schnittstellen etc.) zu erstellen, die für die Evaluierung bisheriger Testbetriebe und zukünftige Vorhaben relevant sein wird.

Die beiden Testprojekte „autoNV OPR“ und „MyShuttle“ zeigen auf, dass die genutzten automatisierten Shuttlebusse im Betrieb noch an ihre Grenzen stoßen; dies betrifft in erster Linie Aspekte der technologischen sowie der organisatorischen und betrieblichen Machbarkeit:

#### **Technologische Machbarkeit**

- Ein störungsfreier Einsatz bzw. Betrieb der Shuttlebusse ist ohne Anpassungen der Infrastruktur (z. B. Aufstellung von künstlichen Landmarkern in Form von Schildern, Einführung eines Halteverbots etc.) derzeit herausfordernd.
- Speziell an komplexen Knotenpunkten (insbesondere mit Linksabbiegen) muss die Fahrt häufig durch die OperatorInnen freigegeben werden, damit der Shuttlebus diese passieren kann. Probleme bestehen auch im fehlerfreien Erkennen von Ampelzeichen, hinsichtlich des Antizipierens des Verkehrsflusses, bezüglich der Umfahrung von Hindernissen, aufgrund von (Sensor-)Störungen durch Pollen, wachsender Vegetation und Baustellen oder beim Fahren bei starkem Niederschlag.
- Überholvorgänge anderer VerkehrsteilnehmerInnen, gefolgt von engem Einscheren vor dem Shuttlebus, führen zu von den Fahrgästen als negativ empfundenen Verzögerungen.

#### **Organisatorische und betriebliche Machbarkeit**

- Die Integration der automatisierten Shuttlebusse in aktuelle Kernsysteme des öffentlichen Verkehrs ist derzeit nur gut möglich, wenn diese im Linienverkehr (fixer Fahrplan und Halte) verkehren. Bedarfsgerecht verkehrende automatisierte Shuttlebusse mit flexiblen Halten sind in derzeit bestehenden ÖV-Kernsystemen kaum umsetzbar.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass es sich durchaus für den öffentlichen Verkehr sowie städtische Akteure lohnt, finanzielle Ressourcen in das Testen automatisierter Fahrzeuge bzw. in Testprojekte mit automatisierten Shuttlebussen zu investieren, da damit neue Erkenntnisse und wichtiges Know-how aufgebaut werden kann. Um die automatisierten Shuttlebusse jedoch tatsächlich als vollwertige Mobilitätsoption zur Ergänzung des bestehenden öffentlichen Verkehrsangebots z. B. in Gebieten geringer Nachfrage einsetzen zu können, bedarf es, unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den Beispielpunkten, folgender Rahmenbedingungen bzw. Maßnahmen:

- 1. Weiterentwicklung der Fahrzeugtechnologie, um einen stabilen Betrieb und eine höhere Fahrgeschwindigkeit zu ermöglichen:** Eine intelligenterere, antizipativere Fahrzeugtechnologie ist für den Betrieb des automatisierten Shuttlebusses notwendig, um etwaige Verzögerungen und Eingriffe der OperatorInnen zu reduzieren und einen stabilen Betrieb zu realisieren. Die Fahrgeschwindigkeit des automatisierten Shuttlebusses bildet dabei einen wichtigen Aspekt für die Nutzung, die Attraktivität und den Betrieb des Fahrzeugs und sollte mit einer Weiterentwicklung der Fahrzeugtechnologie erhöht werden. Dieser Sachverhalt ist weniger in der Feinerschließung von kleineren Wohngebieten wichtig, in welchen die automatisierten Shuttlebusse nicht unbedingt mit einer hohen Geschwindigkeit verkehren müssen, sondern vor allem in Fällen, in denen hierdurch größere Gebiete erschlossen werden sollen bzw. Einrichtungen oder Orte in größerer Entfernung verbunden werden müssen und die automatisierten Shuttlebusse tendenziell auf höherrangigen Straßen unterwegs sind.
- 2. Keine umfangreiche Anpassung der Infrastruktur bzw. eine umfangreiche Anpassung der Infrastruktur nur dann, wenn auch andere Verkehrsmodi (z. B. Fahrrad, Zufußgehen) profitieren:** Eine Anpassung der Infrastruktur, die bereits heute im Zuge von Tests mit automatisierten Shuttlebussen in geringem Ausmaß durchgeführt wird, sollte auch weiterhin nur in geringem Ausmaß zur Ermöglichung der Tests erfolgen. Auf umfassende infrastrukturelle Anpassungen (sowohl baulich als auch digital, z. B. „vehicle-to-infrastructure“ etc.) sollte verzichtet werden, da sich einerseits die infrastrukturellen Anforderungen der Fahrzeuge rasch ändern können und gleichfalls die Kosten für eine Infrastrukturanpassung relativ hoch ausfallen. Hinzu kommt, dass bereits heute der öffentliche Raum durch Nutzungskonflikte geprägt ist und auf eine weitere Flächeninanspruchnahme bzw. ein Verstellen des öffentlichen Raums durch Infrastruktur für automatisierte Shuttlebusse verzichtet werden sollte. Eine umfangreiche Anpassung der Infrastruktur sollte somit allenfalls dann erfolgen, wenn hiervon nicht nur die automatisierten Shuttlebusse, sondern auch der Fuß- und Radverkehr profitieren.
- 3. Vertiefende Berücksichtigung der Verknüpfung von automatisierten Angebotsformen und des Umweltverbunds (öffentlicher Verkehr, Fahrrad, Zufußgehen):** Die Verknüpfung von automatisierten (und vernetzten) Angebotsformen mit anderen Verkehrsmodi, insbesondere dem bestehenden öffentlichen Verkehr, ist essentiell. Für die Integration bedarfsgerecht verkehrender automatisierter Shuttlebusse mit flexiblen Halten in bestehenden ÖV-Kundeninformations- oder Buchungssystemen sind neue Systeme und standardmäßige Schnittstellen bzw. APIs, die von den ÖV-Kernsystemen verarbeitet werden können und an die sich Anbieter halten, erforderlich. Vor dem Hintergrund des Komforts für die KundInnen sollte die Buchung von Fahrten möglichst einfach und vorwiegend digital erfolgen. Besonderes Augenmerk muss auch auf eine kompatible Anschlusssicherung zwischen dem übergeordneten ÖV und dem automatisierten Shuttlebus gelegt werden (Orientierung des Einsatzes von bedarfsgerechten, flexiblen Shuttlebussen an den Ankunfts- oder Abfahrtszeiten des übergeordneten ÖV; vgl. SBB 2020: 62ff.).

Darüber hinaus sind noch weitere Rahmenbedingungen bzw. Maßnahmen von wichtiger Bedeutung:

4. **Orientierung der Betriebskonzepte an der Verkehrsnachfrage und Siedlungsstruktur des jeweiligen Gebietes:** Der Einsatz automatisierter Shuttlebusse sollte in seiner Ausgestaltung, d. h. hinsichtlich Betriebsdauer, Takt, Route, Bediengebiet etc., immer an die Verkehrsnachfrage und die Siedlungsstruktur des jeweiligen Gebietes orientiert werden. Hierbei kann es sinnvoll sein, den Einsatz an die in den jeweiligen Verkehrsentwicklungsplänen beschriebenen Ansprüche und Ziele zu knüpfen und darin zu integrieren.
5. **Räumliche Integration mit bestehendem ÖV-Angebot:** Eine Integration bzw. Verknüpfung mit dem bestehenden ÖV-Angebot ist nicht nur aus technologischer Sicht erforderlich, sondern auch räumlich: Hierbei sollte der Fokus auf flexiblen und alternativen Angebotsformen als Zubringer des klassischen Linienverkehrs und auf sogenannten „transit-oriented developments“ (TODs) liegen, d. h., insbesondere die funktionale Anreicherung und Siedlungsentwicklung im Stationsumfeld gefördert werden. Der Einsatz von automatisierten Shuttlebussen als Zubringer zur Schiene ist notwendig, um zu verhindern, dass automatisierte Privatfahrzeuge diese Funktion übernehmen (vgl. Sinner 2019): zum einen, da die Flächenerfordernisse an Bahnhöfen und Umstiegspunkten im Fall von Bedarfsbussen und Zubringerdiensten wesentlich geringer ausfallen als für automatisierte Privatfahrzeuge oder Car-Sharing-Dienste (vgl. Sinner et al. 2018), zum anderen, da durch einen räumlich erleichterten Umstieg zwischen Modi die gesamte Reisezeit verkürzt werden kann und intermodale Wege für NutzerInnen an Attraktivität gewinnen können (siehe Beitrag 8 von Bruck et al. in diesem Band).
6. **Einbindung von relevanten StakeholderInnen und Partizipation:** Im Rahmen weiterer Testprojekte mit automatisierten Shuttlebussen sollten die relevanten StakeholderInnen und AkteurInnen der Gemeinden und zugehörigen Verwaltungseinheiten eingebunden werden. Darüber hinaus sollten ebenso Partizipationsmöglichkeiten für die örtliche Bevölkerung geschaffen werden, um den Forschungs- und Entwicklungsprozess entsprechend den lokalen Anforderungen und Zielen auszurichten.

Zusätzlich besteht weiterer Forschungsbedarf rund um den Einsatz von automatisierten Fahrzeugen bzw. insbesondere automatisierten Shuttlebussen im öffentlichen Verkehr hinsichtlich folgender Aspekte, die im Rahmen weiterer Testprojekte untersucht werden sollten:

- **Kosten:** Untersuchungen zur möglichen Kostenreduktion durch den Einsatz automatisierter Fahrzeuge und zu möglicherweise neu anfallenden Kosten (z. B. Dispositionssysteme, Begleitpersonal, Schutz vor Vandalismus, häufigere Reinigungsarbeiten etc.).
- **Infrastruktur:** Dabei handelt es sich um erforderliche Infrastrukturen nicht nur für den Betrieb der Fahrzeuge im Speziellen, sondern insbesondere auch für deren größeren betrieblichen Einsatz, z. B. hinsichtlich Ladeinfrastruktur, an Haltestellen (Verkehrsflächen) etc.
- **Nutzerakzeptanz:** Die Akzeptanz durch die NutzerInnen ist nicht nur hinsichtlich der Technologie an sich relevant (z. B. Mitfahren im Shuttlebus, Komfort, Qualität), sondern im Spezifischen auch in der Nacht (Sicherheitsgefühl) bzw. hinsichtlich der Frage, ob Begleitpersonal in gewissen Zeiten benötigt wird.
- **Dimensionierung der Flotten:** Es sind Untersuchungen zur Ausgestaltung der notwendigen automatisierten Fahrzeugflotte, z. B. auch Bündelungspotential, Routen, Disposition etc., notwendig.

## LITERATUR

- Ainsalu, J., V. Arffman, M. Bellone, M. Ellner, T. Haapamäki, N. Haavisto, E. Josefson, A. Ismailogullari, B. Lee, O. Madland, R. Madžulis, J. Müür, S. Mäkinen, V. Nousiainen, E. Pilli-Sihvola, E. Rutanen, S. Sahala, B. Schönfeldt, P. M. Smolnicki, R.-M. Soe, J. Säski, M. Szymańska, I. Vaskinn und M. Åman 2018. „State of the Art of Automated Buses“, in *Sustainability* (10) 3118, 1–34.
- Alessandrini, A. 2016. „Final Report Summary – CITYMOBIL2 (Cities demonstrating cybernetic mobility)“. Download unter <https://cordis.europa.eu/project/id/314190/reporting> (24.7.2020).
- Alessandrini, A., A. Campagna, P. Delle Site, F. Filippi und L. Persia 2015. „Automated Vehicles and the Rethinking of Mobility and Cities“, in *Transport Research Procedia* 5, 145–160.
- Barillère-Scholz, M., C. Büttner und A. Becker 2020. „Mobilität 4.0: Deutschlands erste autonome Buslinie in Bad Birnbach als Pionierleistung für neue Verkehrskonzepte“, in *Autonome Shuttlebusse im ÖPNV. Analysen und Bewertungen zum Fallbeispiel Bad Birnbach aus technischer, gesellschaftlicher und planerischer Sicht*, hg. v. A. Riener, A. Appel, W. Dorner, T. Huber, J. C. Kolb und H. Wagner. Wiesbaden: Springer Vieweg, 15–22.
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) 2016. „Mobilitäts- und Angebotsstrategien in ländlichen Räumen. Planungsleitfaden für Handlungsmöglichkeiten von ÖPNV-Aufgabenträgern und Verkehrsunternehmen unter besonderer Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte flexibler Bedienungsformen“, Berlin. [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/mobilitaets-und-angebotsstrategien-in-laendlichen-raeumen-neu.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/mobilitaets-und-angebotsstrategien-in-laendlichen-raeumen-neu.pdf?__blob=publicationFile) (19.8.2020).
- bmvit (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) 2019. „Nahverkehr. Recht“. Download unter: [www.bmvit.gv.at/verkehr/nahverkehr/recht/index.html](http://www.bmvit.gv.at/verkehr/nahverkehr/recht/index.html) (20.1.2020).
- Bösch, P. M., F. Becker, H. Becker und K. W. Axhausen 2018. „Cost-based analysis of autonomous mobility services“, in *Transport Policy* 64, 76–91. DOI: /10.1016/j.tranpol.2017.09.005.
- Bruns, F., M. Rothenfluh, M. Neuenschwander, M. Sutter, B. Belart und M. Egger 2018. „Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Modul 3c ‚Mögliche Angebotsformen im kollektiven Verkehr (ÖV und ÖIV)‘“, definitive Fassung vom 19.4.2018. [www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-04-19%20aFn\\_3c%20Mögliche%20Angebotsformen%20im%20kollektiven%20Verkehr\\_Schlussbericht\\_0.pdf](http://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-04-19%20aFn_3c%20Mögliche%20Angebotsformen%20im%20kollektiven%20Verkehr_Schlussbericht_0.pdf) (18.8.2020).
- Buffat, M., H. Sommer, M. Amacher, R. Mohagheghi, J. Beckmann und A. Brügger 2018. „Individualisierung des ÖV-Angebots. Analyse der Auswirkungen der Individualisierung und weiterer angebots- und nachfragerrelevanten Trends auf die zukünftige Ausgestaltung des ÖV-Angebots“, Forschungsprojekt SVI 2014/004 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI). Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK.
- Derer, M., und F. Geis 2020. „Entwicklungen im ÖPNV“, in: *Autonome Shuttlebusse im ÖPNV. Analysen und Bewertungen zum Fallbeispiel Bad Birnbach aus technischer, gesellschaftlicher und planerischer Sicht*, hg. v. A. Riener, A. Appel, W. Dorner, T. Huber, J. C. Kolb und H. Wagner. Wiesbaden: Springer Vieweg, 7–14.
- EasyMile 2019a. „EZ 10“. <https://easymile.com/solutions-easymile/ez10-autonomous-shuttle-easymile/> (2.11.2019).
- EasyMile 2019b. „Autonomous Technology Thanks To A Unique & Versatile Software Package“. <https://easymile.com/driverless-technology-easymile-how-does-it-work/> (9.3.2020).
- EPOMM – European Platform on Mobility Management 2017. „Die Rolle von Mobilität als Dienstleistung für Mobilitätsmanagement“, *E-Update Dezember* 2017. [www.epomm.eu/newsletter/v2/content/2017/1217\\_2/doc/eupdate\\_de.pdf](http://www.epomm.eu/newsletter/v2/content/2017/1217_2/doc/eupdate_de.pdf) (7.1.2020).
- FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen) 2006. „Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen – RAS 06“, Ausgabe 2006. Download unter [www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/232185/](http://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/232185/) (19.8.2020).
- Földes, D., und C. Csizsár 2018. „Framework for planning the mobility service based on autonomous vehicles“, Konferenzpapier, Smart City Symposium Prague (SCSP) 2018. Prag.

- Gertz, C., und M. Dörnemann 2016. „Wirkungen des autonomen / fahrerlosen Fahrens in der Stadt – Entwicklung von Szenarien und Ableitung der Wirkungsketten“. Bremen: Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr.
- Hagenzieker, M., R. Boersma, P. Nuñez Velasco, M. Ozturker, I. Zubin und D. Heikop 2020. „Automated Buses in Europe. An Inventory of Pilots“, Version 0.5. TU Delft.
- Heinrichs, D., S. Rupperecht und S. Smith 2019. „Making Automation Work for Cities: Impacts and Policy Responses“, in: *Road Vehicle Automation 5*, hg. v. G. Meyer und S. Beiker. Cham: Springer International Publishing, 243–252.
- Hell, W. (Hrsg.) 2006. *Öffentlicher Personennahverkehr. Herausforderungen und Chancen*. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Hoadley, S. (Hrsg.) 2017. „Mobility as a service: Implications for urban and regional transport. Discussion paper offering the perspective of Polis member cities and regions on Mobility as a Service (MaaS)“, Polis Traffic Efficiency & Mobility Working Group, September 2017. Brüssel. [www.polisnetwork.eu/wp-content/uploads/2017/12/polis-maas-discussion-paper-2017-final\\_.pdf](http://www.polisnetwork.eu/wp-content/uploads/2017/12/polis-maas-discussion-paper-2017-final_.pdf) (19.8.2020).
- Hörl, S. 2020. „Dynamic Demand Simulation for Automated Mobility on Demand“, Dissertation, ETH Zürich.
- Hörl, S., F. Becker, T. Dubernet und K. W. Axhausen 2019. „Induzierter Verkehr durch autonome Fahrzeuge: Eine Abschätzung“, Forschungsprojekt SVI 2016/001 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI). Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK. <https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/ivt/ivt-dam/vpl/reports/1401-1500/ab1433.pdf> (18.8.2020).
- Höroid, S. 2016. *Instrumentarium zur Qualitätsevaluation von Mobilitätsinformation. Schriften zur Medienproduktion*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Jittrapirom, P., V. Caiati, A.-M. Feneri, S. Ebrahimigharebaghi, M. J. Alonso González und J. Narayan 2017. „Mobility as a Service: A Critical Review of Definitions, Assessments of Schemes, and Key Challenges“, in *Urban Planning (2)* 2, 13–25.
- Jonuschat, H., A. Knie und L. Ruhrort 2016. „Zukunftsfenster in eine disruptive Mobilität. Teil 1: Mobilität in einer vernetzten Welt“. Berlin: Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ). <https://docplayer.org/57659946-Zukunftsfenster-in-eine-disruptive-mobilitaet.html> (25.8.2020).
- Jürgens, L. 2020. „Konnektivitätsveränderungen im ÖPNV-Netz durch die Einführung eines autonomen Shuttlebusses“, in: *Autonome Shuttlebusse im ÖPNV. Analysen und Bewertungen zum Fallbeispiel Bad Birnbach aus technischer, gesellschaftlicher und planerischer Sicht*, hg. v. A. Riener, A. Appel, W. Dorner, T. Huber, J. C. Kolb und H. Wagner. Wiesbaden: Springer Vieweg, 39–54.
- Lenz, B., und E. Fraedrich 2015. „Neue Mobilitätskonzepte und autonomes Fahren: Potenziale der Veränderung“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 175–196.
- Mitteregger, M., A. Soteropoulos und M. Berger 2019. „A Framework for Assessing Use Cases of high and full Driving Automation based on transport-related Experiences“, in *Transportation Research Procedia* 41, 609–613. DOI: 10.1016/j.trpro.2019.09.108.
- Mörner, M. von 2018. „Sammelverkehr mit autonomen Fahrzeugen im ländlichen Raum“, Dissertation, TU Darmstadt.
- Ohnemus, M., und A. Perl 2016. „Shared Autonomous Vehicles: Catalyst of New Mobility for the Last Mile?“, in *Build Environment (42)* 4, 589–602.
- Perkins, L., N. Dupuis und B. Rainwater 2018. „Autonomous Vehicle Pilots Across America – Municipal Action Guide“. Washington D.C.: National League of Cities – Center for City Solutions. [www.nlc.org/sites/default/files/2018-10/AV%20MAG%20Web.pdf](http://www.nlc.org/sites/default/files/2018-10/AV%20MAG%20Web.pdf) (19.8.2020).
- Regional Transportation District 2019. „University of Denver Autonomous Vehicle Shuttle – Automated Driving Demonstration Grants“, 21.3.2019. Washington D.C. [www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/policy-initiatives/automated-vehicles/351416/69-university-denver.pdf](http://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/policy-initiatives/automated-vehicles/351416/69-university-denver.pdf) (19.8.2020).
- Rentschler, C., L. Herrmann, D. Kurth, W. Manz und M. Rumberg 2020. „Technische und rechtliche Systemgrenzen in der Routenplanung autonomer Shuttlebusse“, in: *Neue Dimensionen der Mobilität. Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte*, hg. v. H. Proff. Wiesbaden: Gabler, 319–331.

- Röhrleef, M. 2017. „Autonomes Fahren: Himmel oder Hölle für den ÖPNV?“. [https://bildungsservice.vcd.org/fileadmin/user\\_upload/Weiterbildung/Fachtagung\\_2016/Roehrleff\\_VCD\\_2050\\_autonomes\\_Fahren.pdf](https://bildungsservice.vcd.org/fileadmin/user_upload/Weiterbildung/Fachtagung_2016/Roehrleff_VCD_2050_autonomes_Fahren.pdf) (7.1.2020).
- Rollinger, W., und G. Amtmann 2009. *Handbuch Öffentlicher Verkehr. Schwerpunkt Österreich*, hg. v. ÖVG Österreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, Arbeitskreis Öffentlicher Verkehr. Wien: Bohmann.
- Rutanan, E., und V. Arffman 2017. „Autonomous robot bus experiments on public roads – SOHJOA Project report autumn 2017“, 11.12.2017. Download unter <https://tinyurl.com/y567zhgb> (19.8.2020).
- Salonen, A. O., und N. Haavisto 2019. „Towards Autonomous Transportation. Passengers’ Experiences, Perceptions and Feelings in a Driverless Shuttle Bus in Finland.“, in *Sustainability* (11) 588, 1–19.
- SBB (Schweizer Bundesbahnen) 2020. „MyShuttle Abschlussbericht“, 30.4.2020. Download unter [www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung\\_strassennetzeallgemein/sbb-myshuttle-abschlussbericht.pdf.download.pdf/SBB\\_MyShuttle\\_Abschlussbericht.pdf](http://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung_strassennetzeallgemein/sbb-myshuttle-abschlussbericht.pdf.download.pdf/SBB_MyShuttle_Abschlussbericht.pdf) (7.6.2020).
- Sinner, M. 2019. „Effects of the Autonomous Bus on the Railway System“, Dissertation, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich.
- Sinner, M., P. Khaligh und U. Weidmann 2018. „Consequences of automated transport systems as feeder services to rail: SBB fund for research into management in the field of transport“, IVT *Schriftenreihe Band 184*. ETH Zürich. Download unter [www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/266025](http://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/266025).
- Sommer, C. 2018. „Neue Angebote für den ländlichen Raum“, Präsentation im Rahmen der Veranstaltung „Zentralitäten 4.0 – Mittelzentren im Zeitalter der Digitalisierung?“, 22.11.2018, Kassel.
- Soteropoulos, A., A. Stickler, V. Sodl, M. Berger, J. Dangschat, P. Pfaffenbichler, G. Emberger, E. Frankus, R. Braun, F. Schneider, S. Kaiser, H. Walkobinger und A. Mayerthaler 2019. „SAFiP – Systemszenarien Automatisiertes Fahren in der Personenmobilität. Endbericht“, hg. v. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien. [https://projekte.ffg.at/anhang/5cee1b11a1eb7\\_SA-FiP\\_Ergebnisbericht.pdf](https://projekte.ffg.at/anhang/5cee1b11a1eb7_SA-FiP_Ergebnisbericht.pdf) (11.11.2020).
- Weidmann, U., R. Dorbitz, H. Orth, M. Scherer und P. Spacek 2011. „Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen“, Forschungsauftrag SVI 2004/039 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI). Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK.
- Wolf-Eberl, S., H. Koch, G. Estermann und A. Fördös 2011. „Ohne eigenes Auto mobil – Ein Handbuch für Planung, Errichtung und Betrieb von Mikro-ÖV Systemen im ländlichen Raum“, Blue Globe Manual Mobilität 10/2011. In Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) und im Auftrag des Klima- und Energiefonds. Wien. [http://rdc.co.at/wp-content/uploads/2017/11/Mikro\\_ÖV\\_Handbuch\\_publiziert\\_2011.pdf](http://rdc.co.at/wp-content/uploads/2017/11/Mikro_ÖV_Handbuch_publiziert_2011.pdf) (19.8.2020).

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





# 7 Zustellroboter als Lösung für die letzte Meile in der Stadt?

Bert Leerkamp, Aggelos Soteropoulos, Martin Berger

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>108</b>
<b>2.</b>	<b>E-Commerce und Lieferverkehre nehmen zu</b>	<b>108</b>
<b>3.</b>	<b>Neue Zustellkonzepte für die letzte Meile</b>	<b>109</b>
<b>4.</b>	<b>Betriebskonzepte automatisierter Fahrzeuge in der Logistik</b>	<b>110</b>
<b>5.</b>	<b>Zustellroboter</b>	<b>111</b>
5.1	Zustellroboter für den Betrieb auf Gehwegen	112
5.2	Zustellroboter für den Betrieb auf öffentlichen Straßen	113
<b>6.</b>	<b>Ausgewählte Beispiele von Tests mit Zustellrobotern</b>	<b>113</b>
<b>7.</b>	<b>„Gehwegtaugliche“ Zustellroboter als Lösung für die letzte Meile?</b>	<b>115</b>
<b>8.</b>	<b>Planerische Implikationen</b>	<b>118</b>
<b>9.</b>	<b>Fazit</b>	<b>119</b>
	<b>Ein Interview von Martin Berger und Aggelos Soteropoulos mit Bert Leerkamp</b>	<b>122</b>
	<b>Literatur</b>	<b>127</b>

---

Bert Leerkamp

Bergische Universität Wuppertal, Lehr- und Forschungsgebiet für Güterverkehrsplanung und Transportlogistik  
leerkamp@uni-wuppertal.de

Aggelos Soteropoulos

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)  
aggelos.soteropoulos@tuwien.ac.at

Martin Berger

TU Wien, Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)  
martin.kp.berger@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021

M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_7)

# 1. EINLEITUNG

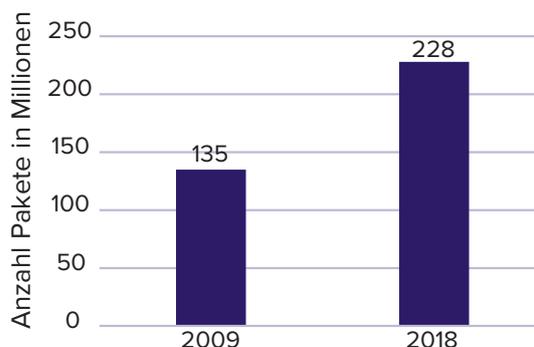
Der städtische Güterverkehr nimmt eine immer wichtigere Rolle im Bereich der urbanen Mobilität sowie auch in der städtischen Verkehrspolitik ein, da der E-Commerce boomt: Die Digitalisierung bringt es mit sich, dass immer öfter Waren über das Internet bestellt werden, wodurch sich auch der Lieferverkehr stark erhöht hat (vgl. Muschiet/Schückhaus 2019: 358; Deutsche Bundesregierung 2019: 44f.). Es bedarf daher neuer nachhaltiger Lösungen und Konzepte in der urbanen Logistik, wobei besonders die letzte Meile infolge fehlender Bündelung und großer Aufwände eine wesentliche Herausforderung darstellt (vgl. Gerdes/Heinemann 2019: 399; Buthe et al. 2018: 30; Lierow/Wisotzky 2019). Gleichzeitig entstehen neue Zustellformen wie etwa Zustellroboter (vgl. Baum et al. 2019: 2455; Jennings/Figliozi 2019: 317), denen ein großes Potential für die letzte Meile zugeschrieben wird.

Bislang prägen die Entwicklung und Anwendung von Zustellrobotern vor allem Logistikunternehmen und Technologieentwickler, ohne dass die kommunale Perspektive in den Blick genommen wird. So stellt sich die Frage, ob und wie weit Zustellroboter in urbanen öffentlichen Räumen überhaupt verträglich sind. Dies ist umso wichtiger, da der öffentliche Raum bereits jetzt durch neue Mobilitätsformen, Klimawandelanpassung, steigende Bevölkerungszahlen in Städten und einen damit einhergehenden Nutzungsdruck zunehmend stärker beansprucht wird. Gerade wenn die automatisierten Zustellroboter auf Fußwegen und in Fußgängerzonen unterwegs sind, sind Nutzungs- und Interessenskonflikte vorprogrammiert (vgl. Buthe et al. 2018: 121). Vor dem Hintergrund der notwendigen Transformation des öffentlichen Raums vom Transit- zum Aufenthaltsraum werden daher die vielfältigen Implikationen von Zustellrobotern diskutiert und (verkehrs)politische und planerische Handlungsspielräume aufgezeigt.

# 2. E-COMMERCE UND LIEFERVERKEHRE NEHMEN ZU

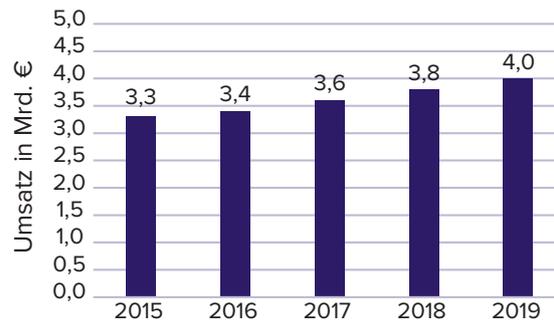
Der Onlinehandel – kurz „E-Commerce“ bzw. „Distanzhandel“ – boomt. Aber auch Lieferangebote des stationären Handels führten in den letzten Jahren zu einem stetigen Marktwachstum für Kurier-, Express- und Paket (KEP)-Dienste. In Österreich beispielsweise nahm die Anzahl

**Abbildung 1:** Entwicklung des österreichischen Paketmarkts in Millionen Stück 2009 bis 2018



Quelle: Umundum (2020: 151)

**Abbildung 2:** Umsatzentwicklung im E-Commerce in Österreich 2015 bis 2019



Quelle: WIFO (2019: 15)

der Pakete zwischen 2009 und 2018 um etwa 69 Prozent zu, weltweit hat sich die Anzahl der Pakete allein zwischen 2014 und 2018 mehr als verdoppelt. Ähnliche Entwicklungen sind auch in Deutschland erkennbar (vgl. BIEK 2020: 11). Prognosen gehen sowohl in Österreich als auch weltweit von einer weiter steigenden Anzahl an Paketen aus (vgl. Umundum 2020: 151; Buchholz 2019). Auch der Umsatz des E-Commerce in Österreich verzeichnete in den letzten Jahren, zwischen 2015 und 2019, einen deutlichen Anstieg von 21 Prozent, wodurch der Onlineanteil am gesamten Einzelhandelsumsatz in Österreich derzeit schon bei über 5 Prozent liegt (Abb. 1; vgl. WIFO 2019: 15).

Als Folge steigender Lieferverkehre erhöht sich auch der Handlungsbedarf von Städten und Gemeinden, proaktiv Strategien und Konzepte für den kommunalen Güterverkehr zu entwickeln, aber auch Maßnahmen zu planen und umzusetzen (vgl. Schönberg et al. 2018: 4): Da im städtischen Gütertransport sehr viele EndnutzerInnen beliefert werden, ergibt sich eine hohe Anzahl an kleinen Einzellieferungen, die wiederum zu vielen gefahrenen Kilometern führt (vgl. Wirtschaftsagentur Wien 2016: 5). Daraus resultieren eine steigende Feinstaubbelastung, CO<sub>2</sub>- und Lärmemissionen (vgl. Muschkiet/Schückhaus 2019: 366), aber vor allem auch Konflikte im öffentlichen Raum, die sich vielschichtig in Flächenkonkurrenzen, Gefährdungen von Menschen, aber auch in der „Kommerzialisierung des öffentlichen Raums“ manifestieren.

Aufgrund der prognostizierten Steigerung des Sendungsvolumens – in Österreich beispielsweise wird für das Jahr 2020 eine Zunahme der Anzahl der Pakete von etwa 14 Prozent im Vergleich zum Jahr 2018 erwartet – wird die Bedeutung der kostenintensiven letzten Meile mit allen negativen Effekten auf den öffentlichen Raum weiter steigen (vgl. Leerkamp 2017: 12; Umundum 2020: 151).

### 3. NEUE ZUSTELLKONZEPTE FÜR DIE LETZTE MEILE

Die letzte Meile, d. h. die Zustellung von Waren beim Kunden vor Ort, stellt noch immer eines der zentralen Probleme im städtischen Güterverkehr dar: Der Auslastungsgrad der Transportträger bei der Ver- und Entsorgung sinkt mit der Nähe zum Ziel und die Bündelung wird im letzten Abschnitt der Lieferkette immer schwieriger (vgl. Just 2018: 5; open4innovation 2019). Mehr als 50 Prozent der Kosten bei der Paketzustellung fallen auf der letzten Meile an (vgl. Schnedlitz et al. 2013: 251; Schocke 2019). Insbesondere außerhalb des effektiven Lieferzeitfensters, d. h. dann,

wenn die Wahrscheinlichkeit sinkt, dass Personen zu Hause sind, besteht zusätzlich eine geringe Effizienz durch erforderliche Mehrfachzustellungen.

Neue Logistikkonzepte werden im Spannungsfeld zwischen betriebswirtschaftlicher Effizienz einerseits sowie kommunalen Ansprüchen der Verkehrsvermeidung und -verlagerung und umfeldverträglicher Zustellung andererseits umgesetzt: Die Konzepte sollen helfen, „Bündelungseffekte“ zu erzielen, den Stopp-Faktor im Endkundengeschäft zu erhöhen und den Transportaufwand zu reduzieren (Buthé et al. 2018: 30). Ein vielversprechendes Logistikkonzept ist die Belieferung von Sammelpunkten – sogenannten City-Hubs – in der städtischen Kernzone durch wenige, große Lkws aus der Peripherie. Von dort gelangen die Pakete auf der letzten Meile entweder direkt zu den KundInnen oder zu Mikrodepots und Paketboxen. Für die letzte Meile eignen sich verschiedene Fahrzeug- und Antriebskonzepte oder die Zustellung mit (E-)Lastenrädern (vgl. Wittenbrink et al. 2016: 79f.; Leerkamp 2019: 21; Gerdes/Heinemann 2019: 406).

Automatisierung und Digitalisierung und darauf aufbauende Zustellkonzepte bewirken einen Innovationsschub (vgl. Umundum 2020: 157). Neben Zustelldrohnen erfolgen in jüngster Zeit Testanwendungen zu elektrischen Zustellrobotern, sogenannte automatisierte „Delivery Bots“, beispielsweise in den USA, aber auch in Europa. Die Last-Mile-Zustellung wird häufig als eine der ersten Anwendungsbereiche des automatisierten Fahrens betrachtet, da diese Zustellroboter mit niedrigen Geschwindigkeiten und in einer möglicherweise einfachen Einsatzumgebung (ODD – Operational Design Domain), beispielsweise auf einem Gehweg in einem Wohngebiet am Stadtrand, unterwegs sind (vgl. Soteropoulos et al. 2020; Mitteregger et al. 2020; Leitner et al. 2018: 22).

## 4. BETRIEBSKONZEPTE AUTOMATISierter FAHRZEUGE IN DER LOGISTIK

Automatisierte Fahrzeuge im Bereich der Logistik zu verwenden, ist keineswegs neu, sondern erfolgt bereits schon seit längerem vor allem in der innerbetrieblichen Logistik. Bereits seit den 1950er Jahren sind automatisierte Fahrzeuge für den Transport von Gütern in der Produktion oder in logistischen Systemen im Einsatz, dies vor allem für den Transport ohne FahrerIn (1) im Innenbereich bzw. innerhalb abgegrenzter Gebäude, (2) im privaten Außenbereich, z. B. auf Betriebsgeländen oder Containerterminals, oder (3) in gefährlichen oder kaum zugänglichen Gebieten (vgl. Flämig 2015: 378; Hörl et al. 2019: 35; Paddeu et al. 2019: 9ff.; Hofer et al. 2018: 11ff.).

Innerwerkliche Verkehre sind auch heute noch der typische Anwendungszweck automatisierten Fahrens in der Logistik, z. B. bei der autonomen Hoflogistik der Österreichischen Post, und unterliegen dabei spezifischen Rahmenbedingungen bei Infrastruktur und Prozessen (vgl. Clausen 2017: 16; Muschkiet/Schückhaus 2019: 374; Umundum 2020: 156). Infolge von Fortschritten im Bereich der Automatisierung und Digitalisierung gerät nun auch die Distributionslogistik zunehmend in den Anwendungsblick. Hierbei wird neben automatisierten Lkws im Fernverkehr (z. B. Platooning – obwohl diesbezügliche Tests zum Teil auch, z. B. durch Daimler, gestoppt wurden; vgl. Daimler 2019) und automatisierten Zustellkonzepten, bei denen die Zustellung per Drohnen erfolgt, derzeit auch die Zustellung mit Zustellrobotern in öffentlichen Räumen von Städten und Gemeinden erprobt (vgl. Baum et al. 2019: 2457; Howell et al. 2020: 36; Schröder et al. 2018: 7; Hofer et al. 2018: 14ff.). Abbildung 3 gibt einen Überblick der Betriebskonzepte automatisierter Fahrzeuge im Bereich der Logistik.

**Abbildung 3:** Überblick der Betriebskonzepte automatisierter Fahrzeuge in der Logistik



Quelle: eigene Darstellung

## 5. ZUSTELLROBOTER

Bei einem Zustellroboter handelt es sich um ein fahrerloses, häufig elektrisches Transportmittel, das die letzte Meile von einem innerstädtischen Lagerhaus oder einem stationären Händler zu KundInnen in einem definierten, freigegebenen Bereich übernimmt (vgl. Vogler et al. 2018: 152; Leerkamp 2017: 17). Einsatzzwecke sind beispielsweise Spezialsendungen, die flexibel, schnell und günstig in einer lokalen Umgebung ausgeliefert werden müssen, „Same-Day Delivery“ oder „Same-Hour Delivery“, Essenslieferungen oder Hauslieferungen von medizinischen Produkten (vgl. Hofer et al. 2018: 17). Zudem bestehen auch Logistikkonzepte, die vorsehen, dass Lieferwagen die Zustellroboter in ein größeres Zustellgebiet bringen, die von dort aus die Endzustellung an die KundInnen übernehmen (vgl. Jennings/Figliozzi 2019: 321; DHL 2014: 32).

Zustellroboter werden derzeit von zahlreichen Unternehmen entwickelt, wobei grundsätzlich unterschiedliche Arten bestehen (vgl. Baum et al. 2019: 2457; Steer 2020: XVIII sowie folgende Abb. 4).

**Abbildung 4:** Überblick zu unterschiedlichen Zustellrobotern

**Automatisierte Liefer- bzw. Zustellroboter für den Betrieb auf Gehwegen**

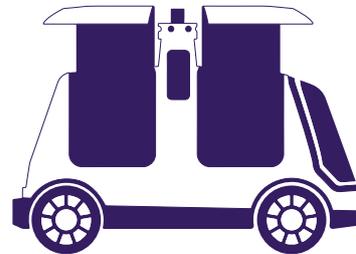


ohne „Follow-Me“-  
Funktion



mit „Follow-Me“-  
Funktion

**Automatisierte Liefer- bzw. Zustellroboter für den Betrieb auf öffentlichen Straßen**



Quelle: eigene Darstellung

## 5.1 ZUSTELLROBOTER FÜR DEN BETRIEB AUF GEHWEGEN

Dieser Typ von Zustellroboter eignet sich nicht, um auf Fahrbahnen öffentlicher Straßen zu verkehren, sondern ist auf Gehwegen und in Fußgängerzonen unterwegs. Dort ist die Geschwindigkeit auf max. 6 km/h limitiert. Aktuelle Einsatzbereiche dieses Zustellroboters sind Büroparks (z. B. in Mountain View, USA) oder andere Sonderareale – denn dort liegen die Anforderungen für das automatisierte Fahrsystem weit nicht so hoch wie im öffentlichen Straßenraum (vgl. Hern 2018). Zudem verfügen sie in der Regel meist über ein geringes Ladevolumen (vgl. Leerkamp 2017: 17).

### a) Zustellroboter für die autonome Zustellung

Diese Zustellroboter sind dabei für die autonome Lieferung von einzelnen Sendungen in kurzen Zeitfenstern (20–30 Minuten) gerade innerhalb von dichten Stadtquartieren geeignet. Zu den Herstellern dieser Zustellroboter zählen u. a. Starship Technologies, Kiwi und Marble. In der Regel besitzen die Roboter einen kleinen Behälter, in welchem eine Sendung eingelegt werden kann (vgl. Marks 2019: 13ff.). Der Zustellroboter von Starship Technologies beispielsweise kann in der gegenwärtigen Auslegung maximal zwei Pakete à 35 x 34 x 15 cm transportieren (vgl. Ninnemann et al. 2017: 86). Ist der Zustellroboter beim Kunden bzw. der Kundin angekommen, kann dieser den Deckel des Behälters vor seiner Haustür mit einer Einmal-PIN öffnen, die ihm/ihr per Smartphone zugeschickt wird (vgl. Vogler et al. 2018: 152).

### b) Zustellroboter mit „Follow-me“-Funktion

Außerdem können Zustellroboter, die auf Gehwegen fahren, auch mittels Follow-me-Funktion die Distributionslogistik unterstützen. Hierbei folgt der Zustellroboter mit der Sendung dem/der ZustellerIn bzw. KommissioniererIn, der bzw. die dadurch entlastet wird. Ein Beispiel ist der Zustellroboter *PostBOT* der Firma Effidience S.A.S, der gemeinsam mit der Deutschen Post entwickelt wurde. Im Gegensatz zu den Zustellrobotern, die ihre Zustellung autonom ausführen, sind Follow-me-Modelle meist etwas größer. So besitzt der *PostBOT* beispielsweise sechs Sendungsbehälter und ermöglicht den Transport einer Sendungsmenge von bis zu 150 kg (vgl. Gerdes/Heinemann 2019: 411).

## 5.2 ZUSTELLROBOTER FÜR DEN BETRIEB AUF ÖFFENTLICHEN STRASSEN

Zustellroboter, die auf öffentlichen Straßen fahren, sind mit einer Geschwindigkeit von max. 40 bis 50 km/h unterwegs und verfügen aufgrund ihrer Größe über ein größeres Ladevolumen als die zuvor genannten Modelle. Der typische Einsatzbereich ist die autonome Zustellung einzelner Sendungen in kurzen Zeitfenstern (20–30 Minuten) gerade innerhalb von Gebieten hoher Kundendichte. Beispiele für Zustellroboter dieses Typs sind der *Nuro R1* und sein Nachfolger *Nuro R2*, *Robomart* oder *Udelv* (Baum et al. 2019: 2458; Marks 2019: 22). Erst kürzlich erhielt der *Nuro R2* vom Verkehrsministerium in den USA die erste US-weite temporäre Ausnahmegenehmigung („Temporary Exemption“), um das Fahrzeug auf öffentlichen Straßen ohne FahrerIn zu testen (USDOT 2020: 5). Diese Fahrzeuge eignen sich nicht nur für die Zustellung der letzten Meile: Waymo gab beispielsweise vor Kurzem bekannt, dass im Rahmen ihres laufenden Testbetriebs in Chandler, Arizona, ihre Fahrzeuge ebenso für die Lieferung von Paketen von lokalen UPS-Geschäften zu einer UPS-Paketsortieranlage eingesetzt werden – eine Paketzustellung an KundInnen ist jedoch noch nicht angedacht (UPS 2020). Dabei ist in den USA in den typischen suburbanen Bereichen mit sehr breiten Straßen, Einfamilienhäusern und wenig Fußgänger- und RadfahrerInnen, in denen die Fahrzeuge unterwegs sind (z. B. *Nuro R2* in Scottsdale, Arizona, oder Houston, Texas; vgl. Nuro 2020), die Abholung der Ware aus dem Fahrzeug durch die KundInnen an der Bordsteinkante bzw. auf speziellen Flächen, an denen der Fahrroboter halten darf (sogenannte „self-driving pick-ups“), wesentlich leichter möglich als im europäischen, oftmals durch engere Straßen und höhere Dichte gekennzeichneten Pendant.

## 6. AUSGEWÄHLTE BEISPIELE VON TESTS MIT ZUSTELLROBOTERN

Zahlreiche Länder testeten Zustellroboter in Pilotversuchen. Während in Deutschland, Österreich und der Schweiz mehrheitlich Zustellroboter ausprobiert wurden, die nicht für den Verkehr auf öffentlichen Straßen gedacht sind, sondern allein auf Gehwegen und in Fußgängerzonen eingesetzt werden (vgl. Baum et al. 2019: 2459; Hofer et al. 2018: 17), gab es in den USA hingegen bereits auch Tests und Pilotversuche mit Zustellrobotern, die auf öffentlichen Straßen unterwegs sind. Tabelle 1 gibt einen Überblick ausgewählter Beispiele.

Mit Ausnahme der Schweiz lag das Testgebiet meistens in der Innenstadt bzw. Geschäftsquartieren größerer Städte. Der Test des Follow-me-Zustellroboters fand in der Kleinstadt Bad Hersfeld, jedoch auch eher im Zentrum bzw. Geschäftsquartier statt. In den USA waren die Testfelder des fahrbahntauglichen Modells öffentliche Straßen in Wohn- bzw. Gewerbegebieten am Stadtrand bzw. in suburbanen Bereichen.

Die Tests dienten dazu, zu überprüfen, wie sicher, praktikabel und wirtschaftlich die Zustellroboter in der Praxis aus der Perspektive der Logistikunternehmen eingesetzt werden können. Testanwender sind neben der Post auch KEP-Dienste sowie Einzelhandels-, Restaurant- und Supermarktketten. Es lässt sich feststellen, dass keine umfassende Evaluierung und wissenschaftliche Begleitung abseits von unternehmensspezifischen Erkenntnisinteressen erfolgt sind. Wichtige Fragestellungen wie Ziel- und Nutzungskonflikte im öffentlichen Straßenraum und insbesondere die Interaktion mit anderen VerkehrsteilnehmerInnen waren nicht Gegenstand der Tests. Ausnahme bilden die Tests in der Schweiz, wo diese Aspekte zwar etwas detaillierter betrachtet, aber nicht umfassend wissenschaftlich evaluiert wurden.

**Tabelle 1:** Überblick zu ausgewählten, bisher durchgeführten Tests und Pilotversuchen mit Zustellrobotern

Ort	Zeitraum	Art des Zustellroboters	Unternehmen	Quartierstyp	Vorrangige Fragestellungen					Methodik bei Evaluierung		
					Kommerzielle Verwertbarkeit (Business Cases)	Sicherheit und Zuverlässigkeit	Technische Machbarkeit	Kundenakzeptanz	Interaktion mit anderen VerkehrsteilnehmerInnen	Aufzeichnung von Fahrzeugdaten	Fokussierungsgespräche mit AkteurInnen	Aufnahme von Passantenfeedback
Hamburg (DE) <sup>1</sup>	12/2016–03/2017 bzw. 05/2017 und 01/2018	 Starship	Hermes, Domino's Pizza, Foodora	Mischquartier	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Bad Hersfeld (DE) <sup>2</sup>	10/2017–11/2018	 PostBOT	Deutsche Post	Zentrum, Geschäftsquartier	✓	✓				✓		
Graz (AT) <sup>3</sup>	Herbst 2017	 Jetflyer	Österreichische Post	Zentrum, Geschäftsquartier	✓	✓	✓			✓		
Zürich, Bern, Köniz, Biberist, Dübendorf, Zuchwil (CH) <sup>4</sup>	08/2016–12/2016 bzw. 09/2017–01/2018	 Starship	Schweizer Post, Jelmoli	Zentrum, Geschäftsquartier, Wohngebiet	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Scottsdale, AZ Houston, TX (USA) <sup>5</sup>	08/2018–03/2019 bzw. 03/2019	 Nuro R1, R2	Kroger, Fry's Food, Walmart, Domino's Pizza	Wohn-/Gewerbegebiet	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Quelle: 1 – Brandt et al. (2018: 8); Ninnemann et al. (2017: 85f.); Hermes (2017a,b); Leitschuh (2018) | 2 – Gerdes/Heinemann (2019: 411f.) | 3 – APA 2017, Eigner 2017 | 4 – Marazzo/Mischler (2018) | 5 – Nuro (2018); Shaheen/Cohen (2020: 249); Wiles (2019)

## 7. „GEHWEGTAUGLICHE“ ZUSTELLROBOTER ALS LÖSUNG FÜR DIE LETZTE MEILE?

Wie die Analyse zeigt, konzentriert sich die Entwicklung weltweit mehrheitlich auf Roboter, die auf Gehwegen und/oder in Fußgängerzonen unterwegs sind (vgl. Baum et al. 2019: 2459), sodass sich die folgenden Ausführungen auf diesen Anwendungsfall fokussieren (siehe auch Abb. 5).

Wie bereits ausgeführt, werden große Hoffnungen in „gehwegtaugliche“ Zustellroboter in Stadtquartieren hoher Dichte für die Zustellung einzelner Sendungen in kurzen Zeitfenstern gesetzt. Ein größeres wirtschaftliches Potential lässt sich erst dann ausschöpfen, wenn die Roboter nicht mehr mit menschlichen BegleiterInnen unterwegs sein müssen, sondern aufgrund rechtlicher Erfordernisse allenfalls von einer/m menschlichen OperatorIn aus der Ferne überwacht werden müssen (vgl. Hermes 2017b), wobei noch ungeklärt ist, welche Anforderungen der Gesetzgeber an diese Überwachung stellen wird und welches Spannungsfeld sich bezüglich der Genauigkeit und Art der Überwachung und des daraus resultierenden Personalaufwands – z. B. (keine) gleichzeitige Überwachung von mehreren Fahrzeugen – ergeben wird. Zustellroboter mit Follow-me-Funktion könnten hingegen die körperliche Belastung der Zustellpersonen reduzieren und besitzen zudem den Vorteil, dass die Zustellperson bei Störungen bzw. Konflikten eingreifen könnte. Haben die Fahrzeuge einen elektrischen Antrieb, so könnte dies mit einer Reduktion der CO<sub>2</sub>- und Lärmemission verbunden sein, ohne dass bislang fundierte Wirkungsanalysen vorhanden sind. Lediglich Jennings und Figliozzi stellen in vergleichenden Simulationen fest, dass die Kombination von Zustellrobotern und Lieferfahrzeugen gegenüber der Belieferung ausschließlich mit dem Lieferwagen die Lieferzeiten senkt sowie gefahrene Kilometer und Kosten insbesondere bei hoher Kundendichte reduziert (vgl. Jennings/Figliozzi 2019: 324). Aus der Logik der Zustellerunternehmen ergibt sich aus der Gegenüberstellung der Kosten für Anschaffung und Betrieb eines Zustellroboters im Verhältnis zum generierbaren Transporterlös für die letzte Meile ein betriebswirtschaftlicher Erfolg (vgl. Hofer et al. 2018: 48). Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind Zustellroboter noch zu teuer, weshalb es im deutschsprachigen Raum bislang bei Pilotversuchen geblieben ist (vgl. Hermes 2017b, Marazzo/Mischler 2018: 1; Wittenhorst 2019). Auch langfristig bleibt offen, inwieweit ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis in Abhängigkeit beispielsweise von der Kundendichte, Siedlungsdichte, dem Anwendungszweck etc. gegeben ist, da die Ladungsmenge der Zustellroboter relativ gering ist (vgl. Hofer et al. 2018: 48). Hinzu kommen auch noch Sicherheitsaspekte (hinsichtlich des Diebstahls von Fahrzeugen) oder Vandalismus, die bei einem Einsatz der Fahrzeuge berücksichtigt werden müssten (vgl. Paddeu et al. 2019: 32; Kunze 2016: 292; Hofer et al. 2018: 18).

Außerdem zeigen die Pilotversuche konkrete technische Probleme wie eine limitierte Akkuleistung und Anwenderfreundlichkeit der Benutzeroberfläche („user interface“) etc. auf. Zusätzlich erfordern die Zustellroboter ein leistungsfähiges LTE-Mobilfunknetz, welches nicht immer flächendeckend zur Verfügung steht (Hermes 2017a; Marazzo/Mischler 2018: 2). Diese Probleme dürften in naher Zukunft aber lösbar sein.

Anders sieht es bei den Herausforderungen aus, welche die Interaktion von Mensch und Zustellroboter im öffentlichen Raum betreffen, wo es um mangelnde Akzeptanz, konkrete Störwirkungen und Gefährdungen geht:

- Zustellroboter schränken die Bewegungsfreiheit aller FußgängerInnen, insbesondere aber mobilitätseingeschränkter Personen – vor allem mit Gehhilfen (vgl. Lenthang 2019; Hofer et al. 2018: 48) –, Kinder und Älterer ein (vgl. Marks 2019: 14);

- sie können im öffentlichen Raum eine Gefährdung darstellen, falls die FußgängerInnen aufgrund mangelnder Reaktion, Beweglichkeit etc. nicht rechtzeitig ausweichen können, um eine Kollision zu verhindern, oder unerwartet ihre Gehrichtung wechseln.
- Dieser Effekt verstärkt sich zudem auf schmalen Gehsteigen oder Fußgängerübergängen mit einer hohen Anzahl an FußgängerInnen, unterschiedlichen Gehgeschwindigkeiten und allseitig gerichteten Bewegungsmustern der PassantInnen (vgl. Leerkamp 2017: 17; Marazzo/ Mischler 2018: 4; Hsu 2019).

Besonders in folgenden Fahrsituation, die Zustellroboter permanent zu bewältigen haben, sind Konflikte vorprogrammiert (vgl. Keesmaat 2020: 9; Groot 2019: 64):

- Umfahren von Hindernissen,
- Queren einer Fahrbahn an einem Fußgängerüberweg oder einer Lichtsignalanlage, wobei beispielsweise Marazzo und Mischler (2018: 4) berichten, dass die Grünzeit für das Queren des Zustellroboters und der Begleitperson nicht ausreichend war,
- Überholen von langsam gehenden FußgängerInnen,
- Kontakt mit einem spielenden Kind oder einer Gruppe von Kindern oder größeren Pulks von Personen sowie
- Fahren auf/von einem Bordstein oder einer Rampe (vgl. Leerkamp 2017: 17).

Automatisiertes Fahren des Zustellroboters im dichten Mischverkehr, das eine Interaktion mit zahlreichen und unterschiedlichen VerkehrsteilnehmerInnen bedingt, ist eine relativ komplexe Fahraufgabe und erlaubt nur geringe Geschwindigkeiten (vgl. Hofer et al. 2018: 49; vgl. Abb. 6). Weitgehend ungeklärt ist auch, welche technischen Anforderungen aufgrund der oben genannten Konflikte bei Fahrsituationen an die Beschaffenheit der Gehwege, insbesondere hinsichtlich Bordabsenkungen, Furten an Knotenpunkten oder der farblichen Unterscheidung von Geh- und Radwegen gestellt werden.

Aber auch beim Auslieferungsprozess existieren mehrere Barrieren: So ist etwa im Logistikkonzept zu lösen, wie Lieferungen an KundInnen gelangen, die nicht zu Hause sind Auch wie – aufgrund der fehlenden Fähigkeit des Zustellroboters, Treppen zu überwinden – die Zustellung in mehrgeschossigen Gebäuden erfolgt, muss geklärt werden. Hier fehlen bislang „Drop-off“-Boxen bzw. Paketboxen, die ebenerdig für die Lieferroboter erreichbar, gegenwärtig jedoch nur vereinzelt vorhanden sind.

Derzeit sind die rechtlichen Rahmenbedingungen, um Zustellroboter in öffentlichen Straßen einzusetzen, in Deutschland und der Schweiz im Vergleich zu manchen Bundesstaaten in den USA (vgl. Jennings/ Figliozzi 2019) relativ rigide und beschränkend. Ohne Begleitperson kann kein automatisierter Zustellroboter im öffentlichen Raum betrieben werden. In Deutschland wird hierfür gemäß Straßenverkehrsordnung (StVO) und Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) meist eine Ausnahmegenehmigung erteilt, die konkrete Bedingungen und Auflagen für den Betrieb von Zustellrobotern enthält (vgl. Brandt et al. 2018: 7). Auch das Thema Datenschutz spielt eine Rolle, da Zustellroboter mit bildgestützter Sensorik die Umgebung erfassen und dabei, um Objekte zu erkennen, auch „kritische“ personenbezogene Daten anderer VerkehrsteilnehmerInnen erheben. Hier geht es um die Vereinbarkeit mit den Inhalten nationaler Datenschutzgesetze sowie der europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO), vor allem Artikel 25 (Datenschutz durch Technikgestaltung). Dabei muss gewährleistet sein, dass im Rahmen der Objekterkennung anderer VerkehrsteilnehmerInnen durch die Zustellroboter

grundsätzlich nur jene personenbezogenen Daten verarbeitet werden, die für den Zweck erforderlich sind (vgl. Brandt et al. 2018: 8; Hoffmann/Prause 2018: 11). Letzteres gilt dabei auch hinsichtlich einer möglichen videogestützten Überwachung des Fahrtenverlaufs der Zustellroboter durch die OperatorInnen aus der Ferne. Insbesondere die Auflage einer ständigen Begleitung des Zustellroboters im öffentlichen Raum durch eine Begleitperson macht für die Unternehmen eine Nutzung von solchen Zustellrobotern unrentabel. Vielmehr dienen die Tests mit automatisierten Zustellrobotern vor allem eher der Sammlung von praktischen Erfahrungen mit neuen Technologien als Basis für das Ausloten der Handlungsspielräume aus Sicht der Unternehmen (vgl. Ninnemann et al. 2017: 138), um sich in weiterer Folge gezielter für die Interessen einsetzen zu können und beispielsweise eine Zulassung ohne Begleitperson zu erreichen. Dieses Ansinnen steht aber im Gegensatz zu den großen Herausforderungen im öffentlichen Raum.

**Abbildung 5:** Überblick der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken von auf dem Gehweg fahrenden automatisierten Liefer- bzw. Zustellrobotern für die letzte Meile

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierung der Zustellung einzelner Sendungen in kurzen Zeitfenstern</li> <li>• Effizienzsteigerung durch Unterstützung des Zustellers (parallele Ausführung anderer Aufgaben)</li> <li>• Reduzierung von CO<sub>2</sub>- und Lärmemissionen durch elektrischen Antrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Probleme: Akkuleistung, „user interface“, Flexibilität des Systems, komplexer Mischverkehr</li> <li>• mangelnde Wirtschaftlichkeit durch Erfordernis einer begleitenden Person, hohen Anschaffungspreis, geringe Zuladung</li> <li>• fehlenden Fähigkeit, Treppen zu überwinden</li> <li>• spezielle Drop-off-Boxen bei dem/r EmpfängerIn nötig, wenn niemand zu Hause ist</li> </ul>
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung durch menschliche/n OperatorIn aus der Ferne und damit Ausschöpfung von wirtschaftlichem Potential möglich</li> <li>• Reduzierung körperlicher Belastung von Zustellpersonen durch Zustellroboter mit Follow-me-Funktion</li> <li>• in Kombination mit Lieferfahrzeugen Reduktion von Lieferzeiten und Kosten im Vergleich zur Zustellung allein mit konventionellen Vans (vor allem bei hoher Kundendichte) sowie ggf. auch Reduktion der gefahrenen Kilometer (aber aufgrund geringer Ladekapazität ggf. mehr Fahrten/Fahrleistung erforderlich)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschränkung der Bewegungsfreiheit aller FußgängerInnen</li> <li>• Gefährdung von FußgängerInnen, insbesondere mobilitätseingeschränkten Personen, Kindern, Älteren etc.</li> <li>• Konfliktpotentiale beim Queren der Fahrbahn am Fußgängerüberweg oder der Lichtsignalanlage, beim Überholen von langsam gehenden FußgängerInnen oder beim Kontakt mit einem größeren Pulk von Personen</li> <li>• Sicherheitsaspekte (z. B. Diebstahl von Fahrzeugen) und Vandalismus</li> <li>• Erfassung personenbezogener Daten</li> </ul>

Quelle: eigene Darstellung

## 8. PLANERISCHE IMPLIKATIONEN

Erste Erfahrungen bei Tests mit automatisierten Zustellrobotern lassen wirtschaftliche Potentiale für die Distributionslogistik auf der letzten Meile erhoffen. Hier braucht es zukünftig aber noch weitere detaillierte und räumlich differenzierte Untersuchungen, in welchen Gebieten sich welche Potentiale für die Bewältigung der letzten Meile ergeben. Die Erfahrungen aus den Tests demonstrieren darüber hinaus jedoch auch die Probleme und Risiken von Zustellrobotern, wenn diese im öffentlichen Raum – insbesondere auf Gehwegen – unterwegs sind. Welche Aspekte für die Planung und (Verkehrs-)Politik zu beachten sind und welche Handlungsspielräume existieren, soll daher kurz diskutiert werden.

Schon heute besteht speziell im städtischen Raum – neben der Distribution von Waren – eine Vielzahl von weiteren Ansprüchen an den öffentlichen Straßenraum, die Nutzungs- und Interessenskonflikte implizieren (vgl. Buthe et al. 2018: 121). Zustellroboter erhöhen – neben Scootern, Ladezonen etc. – besonders in dichten urbanen Stadtquartieren zusätzlich den ohnehin schon hohen Nutzungsdruck auf den öffentlichen Raum – besonders auf den Gehwegen. So ist der öffentliche Raum nicht nur Verkehrsraum, sondern ebenso ein Ort für Aufenthalt und Begegnung (vgl. Stadt Wien 2018: 11), gerade im Übergang von Gebäude und Straßenraum auf den Gehwegen, wo sich Menschen unterhalten, Schaufenster betrachten etc. Der konkurrierende Flächenanspruch von Zustellrobotern, Gehwege zum Fahren und Abstellen zu nutzen, verursacht jedoch gerade in dichten urbanen Stadtquartieren Konflikte (vgl. Peters 2019: 76). Dies ist umso problematischer, als dass sich (1) gerade dort Lieferkonzepte mit Zustellrobotern aufgrund der hohen Kundendichte und damit Wirtschaftlichkeit per se besser eignen und (2) Zustellroboter, die vom Gehweg aus operieren, immer eine geringe Ladekapazität haben werden (Fahrzeugbreite kann kaum größer sein als der Bewegungsraum eines Menschen, Anforderungen an den automatisierten Umschlag vom Roboter in die Paketbox ermöglicht keine optimale Ausnutzung des Stauraums des Roboters, z. B. Einsortierung der Pakete in umgekehrter Reihenfolge der Auslieferung) und daher mit einem größeren Fahrzeugbedarf als beim Einsatz von konventionellen Auslieferungsfahrzeugen und auch im Vergleich zu Lastenrädern gerechnet werden kann. Dem steht auch der Anspruch der „Rückeroberung des öffentlichen Raums“ gegenüber, Verkehrsflächen zu reduzieren und Aufenthaltsflächen für mehr Lebensqualität und ein attraktives Wohnumfeld zu erhöhen. Auch schränken Lieferroboter kommerzieller Anbieter die Nutzung des öffentlichen Raums durch alle Menschen ein und tragen zu einer „Privatisierung öffentlicher Räume“ bei (vgl. Marks 2019: 14; Wong 2017): Der Gehweg gehört ganz klar den FußgängerInnen.

Wenn sich Zustellroboter durchsetzen, ist außerdem mit einem zusätzlichen Anpassungsbedarf der Infrastruktur und infolgedessen mit weiteren Kosten zu rechnen. So setzen Lieferkonzepte mit Zustellrobotern Paketboxen bei Haushalten voraus, da eine persönliche Zustellung an der Haustüre aufgrund der fehlenden Steigungsfähigkeit der Roboter kaum umsetzbar ist. Oder die Grünzeiten an Lichtsignalanlagen für FußgängerInnen sind anzupassen, falls die Geschwindigkeit der Zustellroboter unter derjenigen der FußgängerInnen liegt. Hier stellt sich die Frage, wer die Kosten übernimmt und wer letztlich auch für die Umsetzung verantwortlich ist (vgl. Hofer et al. 2018: 48).

Auch wenn die technologische Entwicklung derzeit noch nicht weit genug ist, dass der Zustellroboter im öffentlichen Raum auf Gehwegen zu jeder Zeit unter allen Bedingungen verkehren kann, ist es dennoch notwendig, jetzt den Zustellroboter „planerisch“ mitzudenken. Zum einen befinden wir uns gerade in einem Zeitalter der Transformation der öffentlichen Räume – weg vom Verkehrsraum hin zum Freiraum für alle –, zum anderen sind sehr frühzeitig die Qualitäten

öffentlicher Räume zu sichern. Geschieht dies jetzt nicht, kann es passieren, dass ein Mix aus schnellen Technologiefortschritten bei den Zustellrobotern und starken Zunahmen von Lieferungen infolge von E-Commerce den politischen Handlungsdruck so schnell erhöhen, dass die nachfolgend erläuterten Regulative zu spät oder gar nicht greifen.

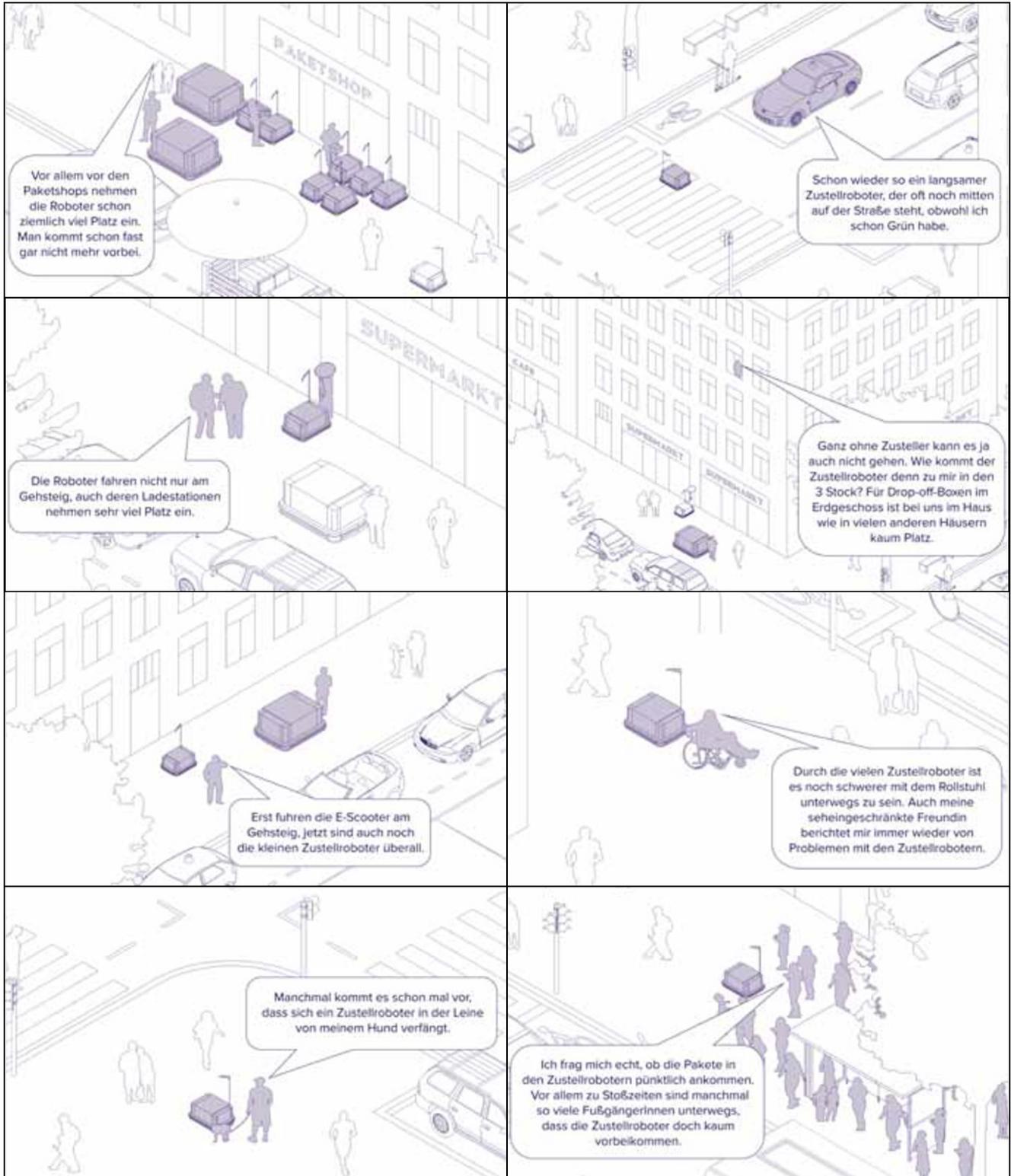
Auf der strategischen Ebene beeinflussen das Datenschutzrecht und das Straßenverkehrsrecht, die zur nationalen (bzw. EU-)Gesetzgebung zählen, den Einsatz, ob und wie Zustellroboter in öffentlichen Räumen eingesetzt werden können. Städte und Gemeinden können über ihre Verbände bzw. über das raumplanerische Gegenstromprinzip nationales Recht beeinflussen, haben aber auch eigene planerische Hebel. Dazu ist es notwendig, die Thematik Zustellrobotik in strategischen Konzepten mit Bezug zum öffentlichen Raum mit zu behandeln (z. B. Fachkonzept „Öffentlicher Raum“, Fachkonzept „Mobilität im Wiener Planungskontext“). Außerdem bedarf es innerhalb der Verwaltung, die Zuständigkeiten, Kompetenzen und Ressourcen dafür aufzubauen. Um abschätzen zu können, wo im urbanen Raum überhaupt Einsatzfelder liegen können, erscheinen kommunal initiierte Realexperimente, welche Nutzungskonflikte und Effekte der Zustellroboter betrachten, als ein erster wichtiger Schritt. Dabei ist wichtig, dass die Städte und Gemeinden „das Heft in die Hand nehmen“.

Konkrete verkehrsplanerische Maßnahmen, die Städte und Gemeinden zur Steuerung ergreifen können, sind beispielsweise die räumlich und zeitlich differenzierte Verordnung von Sperrzonen („geofencing“), wenn die Verträglichkeit von Zustellrobotern im öffentlichen Raum nicht gegeben ist. Eine weitere Maßnahme ist die Lizenzierung von Zustellrobotern in Stadtbereichen, um deren Anzahl zu beschränken und um Auflagen für den Betrieb erteilen zu können. Die Maßnahme der Echtzeitbepreisung stellt ein marktwirtschaftliches Instrument dar, das in Abhängigkeit der räumlich-zeitlichen Verträglichkeit der Zustellroboter im öffentlichen Raum dynamische Gebühren einhebt. Wie diese Maßnahmen konkret ausgestaltet und an räumliche Situationen angepasst werden sowie sich optimal ergänzen können, ist derzeit noch offen und zu erforschen.

## 9. FAZIT

Der E-Commerce gewinnt immer mehr Marktanteile, wodurch die Anzahl der Lieferungen zu den Haushalten rapide ansteigt. Logistikunternehmen profitieren durch die Automatisierung und Digitalisierung dann, wenn es gelingt, die Prozesse der „last mile“ – insbesondere der Kosten, aber auch Zustellzeiten – zu optimieren. Zustellroboter gelten hier als der große Hoffnungsträger. Auch wenn viele technologische Fragen derzeit noch ungelöst sind, so sind Zustellroboter schon heute in einigen Städten unterwegs und werden es zukünftig in weiteren Städten sein. Niedrige Geschwindigkeiten des Zustellroboters verknüpft mit einer einfachen Einsatzumgebung (ODD) sprechen eher für einen frühzeitigen Einsatz. In welchem Umfang auf Gehwegen einfache Einsatzumgebungen anzutreffen sind, ist mehr als offen. Während im Bereich der Fahrbahn klare Verkehrsregeln und Bewegungsrichtungen der VerkehrsteilnehmerInnen existieren, gelten auf Gehwegen dynamische Regeln des Abstands- und Gehverhaltens: FußgängerInnen verändern Gehgeschwindigkeiten und Richtungen beliebig. Mit steigender Fußgängerdichte nehmen die Anforderungen an die Navigationsfähigkeit des Zustellroboters zu, sodass aus einfachen Einsatzumgebungen am Gehsteig sehr komplexe werden (vgl. Keesmaat 2020: 16)

**Abbildung 6:** Überblick der unterschiedlichen Nutzungsansprüche und möglichen Konflikte im öffentlichen Raum unter Berücksichtigung von Zustellrobotern



Quelle: eigene Darstellung

Welche Einsatzszenarien der Zustellroboter sind denkbar? Ein mögliches und wahrscheinliches Szenario ist, dass sie im Bereich suburbaner, lockerer Bebauung, auf überbreiten Fahrbahnen mit wenig Verkehr eher konfliktarm unterwegs sein werden (da hier Themen wie beispielsweise die Vorbeifahrt an haltenden Fahrzeugen eine geringere Rolle spielen), wobei die wirtschaftliche Tragfähigkeit fraglich ist. Als verkehrsplanerische Maßnahmen zur Steuerung kommen beispielsweise eine Echtzeitbepreisung in Abhängigkeit der Fußgängerdichte und/oder eine Regulation mittels Lizenzierung in Frage.

Das andere Szenario, Zustellroboter in der dicht bebauten Stadt einzusetzen, ist mit wesentlich höheren Risiken und negativen Auswirkungen verbunden. Eine starke Regulierung über Sperrzonen, eine Lizenzierung etc. erscheinen notwendig. Der Gehsteig ist eigentlich tabu und wenn, dann sollten die Zustellroboter nur auf der Fahrbahn oder im Bereich des ruhenden Verkehrs fahren (Parkstreifen anders nutzen).

Aktuelle Pilotversuche zeigen jedoch, dass sich die Entwicklung auf Zustellroboter fokussiert, die auf Gehwegen unterwegs sind. Diese Entwicklung steht der Qualifizierung des öffentlichen Raums für mehr Aufenthalt und weniger Transit diametral entgegen. Die Gehsteige sind dabei besonders wichtige Orte des öffentlichen Raums, die als lineare Freiräume eine Vielzahl an Funktionen erfüllen: Sich kurz begegnen, rasten, warten, spielen, laufen, beobachten, schauen und sitzen sind für das urbane Alltagsleben elementar. Diese Qualitäten werden bereits heute oft unterschätzt, wie häufiges Gehsteigparken zeigt.

Zustellroboter – fahrend auf dem Gehweg bzw. abgestellt an Abhol-, Ladestationen oder auf dem Gehweg – verursachen mehr Nutzungsdruck, verschärfen die Flächenkonkurrenz und gefährden PassantInnen. Sie sind demnach dort besonders kritisch, wo es eng ist, wo viele Menschen unterwegs sind und betreffen besonders Personen mit Mobilitätseinschränkungen, Kinder und Ältere.

Die bisherigen Pilotversuche gehen zu wenig auf diese wichtigen Aspekte ein und stellen ein-dimensionale die „drivability“ und Wirtschaftlichkeit der Zustellroboter in den Vordergrund. Der eigentliche Maßstab, ob ein Einsatz sinnvoll ist, muss sich an der Qualität des öffentlichen Raums orientieren. Hier besteht großer transdisziplinärer Experimentier- und Forschungsbedarf im Sinne der Reallabore, um der Komplexität des öffentlichen Raums gerecht zu werden. Zentral sind dabei die Fragen, welche und wie (straßen)räumliche, situative, soziale etc. Gegebenheiten die Akzeptanz der Zustellroboter und neuer Logistikkonzepte durch PassantInnen und KundInnen beeinflussen (vgl. Groot 2019: 64). Auch wie verkehrsplanerische Maßnahmen wirken könnten, ist dabei von besonderem Interesse, damit sich Städte und Gemeinden auf diese künftige Aufgabe vorbereiten können. Aktuell fehlen umfassende Evaluierungen zu den verkehrlichen Wirkungen und Umwelteffekten von Logistikkonzepten mit Zustellrobotern, zu den Effekten auf die Qualität öffentlicher Räume und zur Verkehrssicherheit, wobei sozialräumlich differenzierte Ansätze mit einem starken Nutzerfokus notwendig sind (Soteropoulos et al. 2019: 163). Hierbei geht es aber auch darum, die Gemeinwohlorientierung der Vehemenz der Interessensdurchsetzung kommerzieller AkteurInnen entgegenzusetzen und in demokratische Diskursprozesse zu bringen.

# EIN INTERVIEW VON MARTIN BERGER UND AGGELOS SOTEROPOULOS MIT BERT LEERKAMP

## 1. Welche Entwicklung im Bereich des E-Commerce ist aus Ihrer Sicht in den nächsten Jahren zu erwarten? Welche Wirkung hat die aktuelle Covid-19-Krise?

Bert Leerkamp: Der B2C-Versand nimmt nach verschiedenen Prognosen in den nächsten ca. 10 Jahren weiter mit relativ hohen Steigerungsraten (5 bis 10 % pro Jahr) zu (Quellen und genaue Zahlen kann ich nachreichen). Hohe Wachstumsraten (auf zurzeit sehr geringem absolutem Niveau) zeigt der Onlinelebensmittelhandel. Im Extremfall (bei fehlender Durchreichung der Kosten an den Konsumenten) könnte dies zur teilweisen Aufhebung des „Pufferlagers Kühlschranks“ im Sinne einer verbreiteten On-Demand-Bestellung führen. Soweit ist es aber noch nicht. Andere Bereiche des Non-Food-Sektors scheinen ebenfalls noch überdurchschnittliches Nachfragepotential zu haben. Man muss allerdings zwischen dem Onlinevertrieb, zu dem auch „Click and Collect“ gehört (also Abholung durch den Kunden beim stationären Händler), und der Paketzustellung im B2C unterscheiden.

## 2. Güterverkehr in Städten war lange ein „unterbelichtetes“ Handlungsfeld in der kommunalen Verkehrs- und Stadtplanung. Ist das noch immer so? Wo liegen dabei die „großen“ verkehrspolitischen und planerischen Herausforderungen?

BL: In Deutschland hat die Klimaschutz- und Luftreinhaltedebatte und in der Folge die Bereitstellung diverser Förderprogramme seitens des Bundes und der Länder zu einer starken Aufmerksamkeitserhöhung und zu sehr vielen Aktivitäten in der Stadtlogistik geführt. Die große verkehrspolitische Herausforderung ist m. E. die Rückgewinnung der städtebaulichen bzw. stadtgestalterischen Qualität der öffentlichen Räume, die in vielen Städten im Zuge der autogerechten Stadt abhandengekommen ist und nun nur sehr mühsam und langsam wieder verbessert wird. Herausfordernd wird es sein, einen gesellschaftlichen Konsens für diesen Stadtumbau zu schaffen, der über die Beseitigung der Probleme und Handlungserfordernisse hinausgeht, die die aktuelle Luftschadstoffdebatte umfasst, und der mit dem Begriff einer umfassenden Verkehrswende beschrieben wird. Möglicherweise trägt das Klimaschutzargument nicht genug und nicht dauerhaft genug, um diese Verkehrswende umzusetzen. Vielleicht werden aber auch andere europäische Metropolen vorangehen und damit sehr wirksame Wettbewerbsvorteile bei der Ansiedlung technologieorientierter Unternehmen bekommen, die um hochqualifizierte Arbeitskräfte werben. Das könnte einen Schub für den Stadtumbau geben, der mit der Änderung von Mobilitätsverhalten einhergehen muss.

Die Logistik der städtischen Ver- und Entsorgung steht m. E. infolge einer solchen Verkehrswende gar nicht vor ganz großen Herausforderungen. Logistik ist daran gewöhnt, unter gegebenen Bedingungen optimale Lösungen zu finden und sich laufend selbst zu optimieren. Das heißt umgekehrt, dass die Städte diese Bedingungen eindeutig, klar und verlässlich definieren müssen. Ein Beispiel: Veränderungen der Zugänglichkeit der Innenstädte für den Lieferverkehr, wie wir sie in dem aktuellen Leitfaden „Lieferroute ohne Lasten“ (Herausgeber: Agora Verkehrswende 2020) beschrieben haben, müssen angekündigt und mit einer ausreichenden Vorlaufzeit verbindlich eingeführt werden. Im Austausch zwischen kommunaler Planung, Handel, Dienstleistungen und Transportwirtschaft muss komplementär dafür gesorgt werden, dass keine kontraproduktiven Maßnahmen geplant werden.

**3. Warum ist die „last mile“ der Zustellung für die Logistikunternehmen so kostenintensiv? Verändert sich dieser Kostenfaktor über die Jahre? Welche Trends beeinflussen die Kostendynamiken? Wie groß ist hier die Motivation der Logistikunternehmen, Aufwände einzusparen?**

BL: Folgende Effekte haben zum Beispiel (dabei handelt es sich hier um keine vollständige Auflistung) zu Kostensteigerungen beigetragen bzw. werden in Zukunft kostensteigernd wirksam:

1. kontinuierlich zunehmende Entfernung zwischen den letzten Umschlagpunkten (Speditions- und KEP-Depots) und den Lieferzielen, die längere Fahrwege und damit auch einen größeren Personal- und Fahrzeugeinsatz bewirken (Auslagerung der Logistikstandorte aus den Kernbereichen der Städte) und
2. zunehmende Serviceanforderungen, insbesondere Terminlieferungen, die die Bündelungsfähigkeit von Sendungen reduzieren.
3. Diversifizierung des Warenangebotes im Konsumgüterbereich und gleichzeitig aufkommende Konkurrenz durch den Onlinehandel haben dazu geführt, dass der Handel seine Reaktionsfähigkeit erhöhen musste und weiter erhöhen muss (damit sind häufigere Anlieferungen von mehr Versendern mit kleineren Sendungsgrößen verbunden, also auch hier negative Auswirkungen auf die Bündelungsfähigkeit).
4. Im Onlinehandel wirken Terminsendungen ebenfalls kostentreibend: gegebene und gut begründete Lieferzeitfenster in den Städten führen dazu, dass die KEP-Dienstleister im kurzen morgendlichen Auslieferungszeitfenster (welches durch Tendenz zu späterer Ladenöffnung weiter verkürzt wird) mit mehreren Auslieferungsfahrzeugen gleichzeitig in die City fahren müssen, um alle Sendungen abliefern zu können. Danach werden die restlichen Sendungen im weiteren Stadtgebiet verteilt (die gebietsbezogene Bündelungsfähigkeit wird dadurch reduziert).
5. Weiteres KEP-Mengenwachstum im B2C überbeansprucht die Kapazitäten der Logistiker, sodass „Negative economies of scale“-Effekte eintreten (zusätzliches Aufkommen erzeugt überproportional steigende Handlungskosten bei nicht steigendem Erlös je Sendung).
6. Kostenreduktionspotentiale (auch durch Lohndumping und Outsourcing an Subunternehmer) sind ausgereizt und können die Kostensteigerungen nicht mehr dämpfen. Zukünftig werden die Löhne steigen, weil die Arbeitskräfte fehlen. Auch die Beschaffung von E-Fahrzeugen infolge der Einführung von Nullemissionszonen wird zu höheren Kosten führen.

**4. Wie schätzen Sie die technologische Entwicklung der Zustellroboter ein? Wo liegt der aktuelle Fokus der Forschung? Gibt es große Fortschritte? Wo liegen die größten technologischen Hürden für einen wirtschaftlichen Einsatz in der Praxis? Welcher Entwicklungspfad ist wahrscheinlich – eher fahrbahn- oder gehwegtauglich?**

BL: Die mir bekannten Vorhaben erscheinen mir oftmals als Demonstrationsvorhaben mit einem hohen Anteil an Marketingzielsetzungen – Unternehmen wollen sich als innovativ präsentieren und darstellen, dass sie Teil der Lösung bestehender Probleme sind. Eine unabhängige und umfassende (ganzheitliche) Technikfolgenabschätzung vermag ich noch nicht zu erkennen. Die regulatorischen Rahmensetzungen werden m. E. oft nicht beleuchtet, es geht um technische Machbarkeit und es soll der Eindruck vermittelt werden, die autonomen Fahrzeuge könnten einen großen Teil des Zustellbetriebs übernehmen. Positive Umwelteffekte werden z. T. falsch zugeordnet bzw. es wird unterstellt, sie seien ein

Spezifikum der autonomen Fahrzeuge: Tatsächlich sind die Effekte aber dem E-Antrieb zuzuordnen und der Vergleich zu anderen Lösungsansätzen wie z. B. dem Lastenrad fehlt.

Die autonomen bzw. automatisierten technischen Systeme müssen unter „chaotischen“ Bedingungen zuverlässig funktionieren, d. h. es kommt im Praxiseinsatz zu vielfältigsten Kombinationen einzelner Störungen. Menschen finden in solchen Situationen schnell akzeptable Lösungen. Dem technischen System müssen alle möglichen Störungen/Störungskombinationen einprogrammiert werden, d. h. es müssen dafür Lösungen vorbereitet werden. Zusätzlich müssen praxistaugliche Systeme Redundanzen in den sicherheitstechnisch relevanten Systemteilen aufweisen. Dies alles reduziert die Wirtschaftlichkeit der Systeme und auch ihre Anfälligkeit gegen den Ausfall von Technik (Sensorik, Mechanik, Energieversorgung ...). Der Überwachungs- und Wartungsaufwand sowie Eingriffe bei Störungen erzeugen zusätzliche Kosten.

Im Labor herstellbare Bedingungen der Systemumgebung (hier: des öffentlichen Raums) sind in der Realität oft nicht umsetzbar. Ich halte es etwa für schwierig machbar, einen Zustellroboter nur auf dem Gehweg und nicht auf dem angrenzenden Radweg zu navigieren, wenn dieser nicht sehr gut erkennbar ist – welche Sensorik leistet das? Forderungen an eine der Technik entsprechenden Gestaltung öffentlicher Räume wären fragwürdig – wer trägt die Kosten, wer hat den Nutzen? – und praktisch nicht flächendeckend umsetzbar.

Im Bereich der „Massenverkehre“, also der Paketzustellung in Verdichtungsräumen, wird die Zustellung durch Menschen weiter die Regel bleiben, weil sie wirtschaftlicher ist. In sehr dünn besiedelten Räumen kann ich mir automatisierte bzw. autonome Systeme (land- oder luftgestützt) in Sondersituationen vorstellen (u. a. Belieferung von Inseln mit eiligen Gütern per Drohne, Zustellung an Einzelgehöfte/Almen in bergigen Gegenden ...). Die Nischeneinsätze (wie oben erwähnt) werden eher die Fahrbahn als den Gehweg betreffen, weil es dort keine Gehwege gibt.

**5. Konflikte zwischen Zustellrobotern und Menschen im Straßenraum sind vorprogrammiert. Wo liegen die „Knackpunkte“? Was sind die Akzeptanzprobleme? Ist aus Ihrer Sicht der Gehsteig „Tabu“ für den Zustellroboter? Gibt es Gebiete, die sich aus Ihrer Sicht eher für Zustellroboter eignen und welche besonders problematisch sind? Was sind die Einsatzkriterien?**

BL: Menschen werden Behinderungen durch technische Systeme nicht akzeptieren, weil dies als ungerechte Verteilung von individuellem Nutzen (der Belieferten, der Logistiker) und kollektive Belastung empfunden werden wird. Gehwege an typischen Hauptverkehrsstraßen sind heute schon zu schmal und führen zu hohem Interaktionsbedarf zwischen Menschen. Wenn technische Systeme interagieren sollen, kann die Lösung vermutlich nur lauten, dass diese dem Menschen ausweichen, was aber den Betrieb der autonomen Systeme beeinträchtigen wird.

Praktisch ist der Gehweg aus den o. g. Gründen tabu und gleichzeitig aus technischer Sicht weithin ungeeignet. Einsatzkriterien sind

- die uneingeschränkte Kompatibilität zur heutigen Welt (kein Anpassungsbedarf der Systemumgebung an das System) sowie keine Behinderungen des Fuß- und Radverkehrs, mobilitätseingeschränkter, seh- und hörbehinderter Menschen,
- betriebswirtschaftliche Vorteile unter o. g. Rahmenbedingungen,
- keine verkehrssicherheitsrelevanten negativen Wirkungen.

6. **Wenn E-Commerce immer mehr Marktanteile gewinnt und der stationäre Einzelhandel verliert, entfallen auch Einkäufe zu Fuß. Wie schätzen Sie diese Verlagerungen von physischer zu virtueller Mobilität ein? Sind dadurch weniger FußgängerInnen auf den Gehsteigen unterwegs, die den Zustellroboter „stören“ können und dessen Verbreitung zusätzlich fördern?**

BL: Aus Mobilitätserhebungen kann man abschätzen, welcher Anteil des Fußverkehrs dem Wegezweck Einkauf dient. In Geschäftsbereichen konzentriert sich das zwar, bleibt aber nur ein mitunter kleiner Teil, von dem ggf. ein wenig auf den Onlinehandel verlagert wird. Die Menschen werden aber in der gewonnenen Zeit (in der sie nicht einkaufen gehen müssen) vielleicht ins Café gehen und also auch Fußwege zurücklegen. Also insgesamt: marginale, eher theoretische Effekte. Und wollen wir menschenleere Straßen?

7. **Bereits seit Jahren wird angestrebt, FußgängerInnen und RadfahrerInnen mehr Platz im öffentlichen Raum zur Verfügung zu stellen (Umverteilung von Flächen im öffentlichen Raum) – bislang jedoch nur mit mäßigem Erfolg. Im Zuge der Covid-19-Krise finden jedoch in zahlreichen Städten wie beispielsweise Berlin, Wien oder Brüssel temporäre Umnutzungen von Fahrbahnen oder Parkplätzen für FußgängerInnen oder RadfahrerInnen statt. Kann diese Krise hier als Tipping-Point gesehen und als Chance genutzt werden, tatsächlich eine Umverteilung von Flächen im öffentlichen Raum zu erreichen?**

BL: Ich beobachte, dass Kommunen sehr zögerlich und wenig spontan auf diese Chance zugehen. Berlin ist eine Ausnahme. Oft wird auf bestehende Konzepte sowie auf fehlende Arbeitsaufträge durch den Rat der Stadt verwiesen – damit fehle die Handlungsgrundlage. Gleichzeitig nehme ich wahr, dass die Umverteilungsfrage immer häufiger von mehr Bevölkerungsgruppen und nachdrücklicher gestellt wird. Das sollte auch ohne Corona hoffentlich tragfähig werden und die politische Entscheidungsfindung beeinflussen.

8. **Gemeinden und Städte sind wichtige Akteure, wenn es um die lokale Umsetzung neuer Mobilitätslösungen wie den Zustellrobotern geht. Welche Rahmenbedingungen auf den anderen politischen Ebenen sind notwendig? Gibt es in der lokalen Politik und Verwaltung eine Problemwahrnehmung bzw. einen Diskurs dazu? Welche Akteure setzen das Thema? Was sind deren Interessen und Motive? Wie nehmen Sie die Vehemenz der Interessensdurchsetzung kommerzieller Akteure wahr?**

BL: In Deutschland ist die Straßenverkehrsordnung maßgebend, die vom Bund im Vernehmen mit den Ländern gestaltet wird. Die gerade erst eingeführte Elektrokleinstfahrzeugeverordnung des Bundes wäre anzupassen. In der lokalen und bundesweiten Politik nehme ich wahr, dass die hier diskutierten Konzepte (Zustellroboter) oft recht undifferenziert als innovative Lösungen angesehen werden, die grundsätzlich positiv konnotiert sind. Teilweise kommt es mir so vor, dass man mit einer Fokussierung auf und der undifferenzierten Begrüßung von autonomen Zustellsystemen von Handlungsbedarfen ablenken will, die nicht in die eigenen Zielvorstellungen passen und unbequemer durchzusetzen wären (Technologieprimat gegenüber dem integralen Ansatz der Verkehrswende).

Kommerzielle Akteure der Logistik gehen sehr nüchtern mit dem Thema um und sehen nach meiner Einschätzung kaum Potenziale. Jüngst hat in einem AK Urbane Logistik in Düsseldorf keiner der anwesenden KEP-Unternehmen Zustellroboter als Lösungsansatz erwähnt.

9. **Macht es Sinn, dass die Gemeinden und Städte bereits jetzt handeln und die Nutzung öffentlicher Räume durch Zustellroboter regulieren oder sind die Umstände**

**noch viel zu unsicher? Geht die Entwicklung der Regulative „Hand in Hand“ mit dem technologischen Fortschritt? Welche regulatorischen Neuerungen werden diskutiert und wie sehen Sie die Chancen und Risiken, dass diese ergriffen werden? In San Francisco beispielsweise werden für den Betrieb von Zustellrobotern Lizenzen für einzelne Anbieter ausgegeben. Ist ein solches Modell auch für Gemeinden und Städte im deutschsprachigen Raum denkbar?**

BL: Ein frühzeitiges Signal der Kommunen zu ihren Präferenzen der Nutzung von Gehwegen mag für diejenigen hilfreich sein, die das Thema rein technisch betrachten und problematische Rahmenbedingungen ausblenden. Ich habe keinen Überblick, wo derzeit welche regulatorischen Neuerungen diskutiert werden. Mit lizenzierten Sharingsystemen (E-Roller) machen Kommunen in Deutschland zurzeit ambivalente Erfahrungen. Der Regelungs- und Nachsteuerungsbedarf ist hoch (u. a. verbotene Bereiche/Flächen), die im kommunalen Interesse liegenden Beiträge zu einem nachhaltigen Verkehr stehen im Konflikt mit beobachtbaren negativen Auswirkungen (u. a. verbreitetes Liegenlassen von E-Rollern auf Gehwegen, Nutzung als Freizeitspaß in der Nacht mit Ruhestörung etc.). Die Kommunen müssten sich hier in ein neues Rechtsgebiet einarbeiten. Grundsätzlich zu klären wäre das Verhältnis von Grundrecht auf allgemeine und uneingeschränkte Nutzung des öffentlichen Raums versus Lizenzierung (d. h. Nutzungsbeschränkung).

- 10. Welche Alternativen zur „Bewältigung“ der letzten Meile gibt es abseits der Zustellroboter? Gibt es andere technologische Entwicklungen mit Potential – z. B. Drohnen? Oder braucht es soziale bzw. organisatorische Innovationen? Bedarf es Verhaltensänderungen der Kunden oder reichen technische bzw. infrastrukturelle Maßnahmen aus, um die Qualität im öffentlichen Raum zu sichern? Könnten hierbei auch Ansätze des Nudgings, also der Verhaltensbeeinflussung (z. B. Darstellung des CO<sub>2</sub>-Verbrauchs bei unterschiedlichen Lieferoptionen) sinnvoll sein?**

BL: Zwei Optionen sehe ich vorrangig: (1) KEP-Dienstleister arbeiten mit Mikrohubs und Zustellung per Lastenrad von diesen Hubs aus und (2) es erfolgt eine gebietsbezogene Sendungsbündelung durch Empfangsspediteure: Diese fungieren als Zustelladresse der Versender, d. h. sind die Lieferadresse für die KEP-Dienstleister. Der Empfangsspediteur bündelt dann empfängerbezogen und liefert aus. Das System wird von der Firma ABC-Logistik in Düsseldorf mit rd. 150 Einzelhändlern erfolgreich betrieben und bündelt B2B-Paketsendungen des Handels und großer Bürostandorte. Dabei kommt auch ein Lastenrad zum Einsatz.

- 11. Wo liegt aus Ihrer Sicht der Forschungsbedarf an der Schnittstelle „Öffentlicher Raum und Last-Mile-Logistik mit oder ohne Zustellroboter“? Soll die öffentliche Hand Innovationen – wie den Zustellroboter – steuern oder eher auf den Markt setzen?**

BL: Aktuell sehe ich Bedarf an einer transformativen Forschung, die Wandel unterstützt bzw. möglich macht, gute Lösungen testet und evaluiert und dann verbreitet. Den Bedarf, dass die öffentliche Hand Forschung initiiert, um den Zustellrobotereinsatz zu fördern, sehe ich nicht, da ich das wirtschaftliche Einsatzpotential in Städten und die gesellschaftlich positiven Effekte für gering halte.

## LITERATUR

- APA 2017. „Österreich-Premiere: Autonomes E- Fahrzeug stellt Pakete im Alleingang zu!“. [www.ots.at/presseaussendung/OTS\\_20171018\\_OTS0033/oesterreich-premiere-autonomes-e-fahrzeug-stellt-pakete-im-alleingang-zu](http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20171018_OTS0033/oesterreich-premiere-autonomes-e-fahrzeug-stellt-pakete-im-alleingang-zu) (4.9.2020).
- Baum, L., T. Assmann und H. Strubelt 2019. „State of the art – Automated micro-vehicles for urban logistics“, in *IFAC-PapersOnLine* (52) 13, 2455–2462.
- BIEK (Bundesverband Paket und Expresslogistik) 2020. „KEP-Studie 2020 – Analyse des Marktes in Deutschland“. Köln. Download unter [www.biek.de/download.html?getfile=2623](http://www.biek.de/download.html?getfile=2623) (26.8.2020).
- Brandt, C., B. Böker, A. Bullinger, M. Conrads, A. Duisberg und S. Stahl-Rolf 2018. „Fallstudie: Delivery Robot Hamburg für KEP-Zustellung“, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin/Düsseldorf: VDI Technologiezentrum. [www.bmw.de/Redaktion/DE/Downloads/C-D/delivery-robot-hamburg.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.bmw.de/Redaktion/DE/Downloads/C-D/delivery-robot-hamburg.pdf?__blob=publicationFile&v=4) (27.8.2020).
- Buchholz, K. 2019. „87 Billion Parcels Were Shipped in 2018“, Statista, 8.11.2019. [www.statista.com/chart/10922/parcel-shipping-volume-and-parcel-spend-in-selected-countries/](http://www.statista.com/chart/10922/parcel-shipping-volume-and-parcel-spend-in-selected-countries/) (26.8.2020).
- Buthe, B., J. Modes, B. Richter, H.-P. Kienzler, S. Altenburg, K. Esser, J. Kurter, D. Wittowsky, K. Konrad, A.-L. van der Vlugt und S. Groth 2018. „Verkehrlich-Städtebauliche Auswirkungen des Online-Handels“, Endbericht, 16.8.2018. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. [www.prognos.com/uploads/tx\\_atwpubdb/180927\\_BBSR\\_Endbericht\\_final\\_out.pdf](http://www.prognos.com/uploads/tx_atwpubdb/180927_BBSR_Endbericht_final_out.pdf) (26.8.2020).
- Clausen, U. 2017. „Was tut sich auf der letzten Meile?“, in *Handelsblatt Journal* 5, Sonderveröffentlichung zum Thema „Die Zukunft der Automobilindustrie“, 16f.
- Daimler 2019. „Daimler Trucks investiert eine halbe Milliarde Euro in hochautomatisierte Lkw“. <https://media.daimler.com/marsMediaSite/de/instance/ko/Daimler-Trucks-investiert-eine-halbe-Milliarde-Euro-in-hochautomatisierte-Lkw.xhtml?oid=42188247> (19.8.2020).
- Deutsche Bundesregierung 2019. „Projektionsbericht 2019 für Deutschland gemäß Verordnung (EU) Nr. 525/2013“. Berlin. [https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art04-13-14\\_lcds\\_pams\\_projections/projections/envxnw7wq/Projektionsbericht-der-Bundesregierung-2019.pdf](https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art04-13-14_lcds_pams_projections/projections/envxnw7wq/Projektionsbericht-der-Bundesregierung-2019.pdf) (19.8.2020).
- DHL 2014. „Self-driving vehicles in Logistics. A DHL Perspective on implication and use cases for the logistics industry“. Troisdorf. <https://discover.dhl.com/content/dam/dhl/downloads/interim/full/dhl-self-driving-vehicles.pdf> (27.8.2020).
- Eigner, S. 2017. „Post und TU Graz erproben autonome Transportlogistik auf der ‚letzten Meile‘“. [www.tugraz.at/tu-graz/services/news-stories/medienservice/einzelansicht/article/post-ag-und-tu-graz-erproben-autonome-transportlogistik-auf-der-letzten-meile/](http://www.tugraz.at/tu-graz/services/news-stories/medienservice/einzelansicht/article/post-ag-und-tu-graz-erproben-autonome-transportlogistik-auf-der-letzten-meile/) (4.9.2020).
- ERTRAC (European Road Transport Research Advisory Council) 2014. „Urban Freight research roadmap“. Brüssel. [www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id36/ERTRAC\\_Alice\\_Urban\\_Freight.pdf](http://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id36/ERTRAC_Alice_Urban_Freight.pdf) (7.1.2020).
- Flämig, H. 2015. „Autonome Fahrzeuge und autonomes Fahren im Bereich des Gütertransportes“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 377–398.
- Gerdes, J., und G. Heinemann 2019. „Urbane Logistik der Zukunft – ganzheitlich, nachhaltig und effizient“, in *Handel mit Mehrwert. Digitaler Wandel in Märkten, Geschäftsmodellen und Geschäftssystemen*, hg. v. G. Heinemann, H. M. Gehrckens und T. Täuber, Wiesbaden: Gabler, 397–420.
- Groot, S. de 2019. „Pedestrian Acceptance of Delivery Robots: Appearance, interaction and intelligence design“, Masterarbeit, TU Delft.
- Heinemann, G., H. M. Gehrckens und T. Täuber 2019. *Handel mit Mehrwert. Digitaler Wandel in Märkten, Geschäftsmodellen und Geschäftssystemen*. Wiesbaden: Gabler.
- Hermes 2017a. „Wir haben etwas Neues auf den Fußweg gebracht: Erste Learnings aus dem Pilottest mit unserem Zustellroboter“, *Hermes bloggt*, 31.3.2017. <https://blog.myhermes.de/2017/03/wir-haben-etwas-neues-auf-den-fussweg-gebracht-erste-learnings-aus-dem-pilottest-mit-unserem-zustellroboter/> (8.1.2020).
- Hermes 2017b. „Starship-Roboter in Hamburg: ‚Innovation passiert nicht am Schreibtisch‘“, *Hermes Newsroom*, 29.3.2017. <https://newsroom.hermesworld.com/starship-roboter-in-hamburg-innovation-passiert-nicht-am-schreibtisch-12146/> (7.1.2020).

- Hern, A. 2018. „First robot delivery drivers start work at Silicon Valley campus“, *The Guardian*, 30.4.2018. [www.theguardian.com/cities/2018/apr/30/robot-delivery-drivers-coming-to-a-campus-near-you-starship-technologies](http://www.theguardian.com/cities/2018/apr/30/robot-delivery-drivers-coming-to-a-campus-near-you-starship-technologies) (7.1.2020).
- Hörl, S., F. Becker, T. Dubernet und K. W. Axhausen 2019. „Induzierter Verkehr durch autonome Fahrzeuge: Eine Abschätzung“, Forschungsprojekt SVI 2016/001 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI). Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK. <https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/ivt/ivt-dam/vpl/reports/1401-1500/ab1433.pdf> (18.8.2020).
- Hofer, M., L. Raymann und F. Perret 2018. „Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Modul 3f ‚Güterverkehr / City Logistik (Strasse)‘“, definitive Fassung vom 28.3.2018. Zürich: EBP Schweiz. [www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-03-28%20aFn\\_3f%20Güterverkehr%20und%20Citylogistik\\_Schlussbericht\\_0.pdf](http://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-03-28%20aFn_3f%20Güterverkehr%20und%20Citylogistik_Schlussbericht_0.pdf) (27.8.2020).
- Hoffmann, T., und G. Prause 2018. „On the Regulatory Framework for Last-Mile Delivery Robots“, in *Machines* (6) 3, 1–16.
- Howell, A., H. Tan, A. Brown, M. Schlossberg, J. Karlin-Resnick, R. Lewis, M. Anderson, N. Larco, G. Tierney, J. Carlton, J. Kim und B. Steckler 2020. „Multilevel Impacts of Emerging Technologies on City Form and Development“. Eugene, OR: Urbanism Next Center, University of Oregon. Download unter [https://scholarsbank.uoregon.edu/xmlui/bitstream/handle/1794/25191/R\\_NSF\\_MultilevelImpacts.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://scholarsbank.uoregon.edu/xmlui/bitstream/handle/1794/25191/R_NSF_MultilevelImpacts.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (27.8.2020).
- Hsu, J. 2019. „Out of the Way, Human! Delivery Robots Want a Share of Your Sidewalk“, *Scientific American*, 19.2.2019. [www.scientificamerican.com/article/out-of-the-way-human-delivery-robots-want-a-share-of-your-sidewalk/](http://www.scientificamerican.com/article/out-of-the-way-human-delivery-robots-want-a-share-of-your-sidewalk/) (27.8.2020).
- Jennings, D., und M. A. Figliozzi 2019. „Study of Sidewalk Autonomous Delivery Robots and Their Potential Impacts on Freight Efficiency and Travel“, in *Transportation Research Record* (2673) 6, 317–326.
- Just, M. 2018. „Lieferservice und Güterverkehr in der Stadt – Historie, zukünftige Entwicklungen und Lösungsmöglichkeiten“, Vortrag, 25.1.2018. München. <https://docplayer.org/73063319-Lieferservice-und-gueterverkehr-in-der-stadt-historie-zukuenftige-entwicklungen-und-loesungsmoeglichkeiten.html> (26.8.2020).
- Keesmaat, P. 2020. „Designing socially adaptive behavior for mobile robots“, Masterarbeit, TU Delft.
- Knoppe, M., und M. Wild 2018. *Digitalisierung im Handel. Geschäftsmodelle, Trends und Best Practice*. Wiesbaden: Gabler.
- Kunze, O. 2016. „Replicators, Ground Drones and Crowd Logistics A Vision of Urban Logistics in the Year 2030“, in *Transportation Research Procedia* 19, 286–299.
- Leerkamp, B. 2017. „Städtische Güterverkehrskonzepte – die erste und die letzte Meile“, Vortrag, Zukunftsfähige Mobilität in Wuppertal – Handel und Verkehr, 23.5.2017. <https://docplayer.org/61079802-Staedtische-gueterverkehrskonzepte-die-erste-und-die-letzte-meile.html> (26.8.2020).
- Leerkamp, B. 2019. „Beiträge der Raumplanung zum Klimaschutz im Güterverkehr“, in *Nachrichten der ARL* 1, 20–23. [https://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/nachrichten/2019-1/nr\\_1-19\\_leerkamp.pdf](https://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/nachrichten/2019-1/nr_1-19_leerkamp.pdf) (26.8.2020).
- Leitner, K.-H., T. Bacher, S. Humpl, A. Kasztler, A. Millonig, W. Rhomber und P. Wagner 2018. „Berufsbilder und Chancen für die Beschäftigung in einem automatisierten und digitalisierten Mobilitätssektor 2040“. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. [https://mobilitaetderzukunft.at/resources/pdf/projektberichte/Mob\\_2040\\_Endbericht\\_2018\\_Septemberfinal.pdf](https://mobilitaetderzukunft.at/resources/pdf/projektberichte/Mob_2040_Endbericht_2018_Septemberfinal.pdf) (12.3.2020).
- Leitschuh, V. 2018. „Zusteller der Zukunft: Lieferroboter in neuem Auftrag unterwegs“, *Eimsbütteler Nachrichten*, 10.1.2018. [www.eimsbuetteler-nachrichten.de/lieferroboter-wieder-in-eimsbuettel-unterswegs/](http://www.eimsbuetteler-nachrichten.de/lieferroboter-wieder-in-eimsbuettel-unterswegs/) (7.1.2020).
- Lenthang, M. 2019. „Autonomous food delivery robots that are just knee-high and travel on the sidewalk on college campuses are branded a menace for disabled people“, *Daily Mail online*, 20.11.2019. [www.dailymail.co.uk/news/article-7706813/Self-driving-delivery-robots-college-campuses-menace-disabled-people.html](http://www.dailymail.co.uk/news/article-7706813/Self-driving-delivery-robots-college-campuses-menace-disabled-people.html) (9.1.2020).
- Lierow, M., und D. Wisotzky 2019. „Letzte Meile macht E-Food zu schaffen. Zustellung fordert Lebensmittel-Onlinehandel heraus – Alternative Lieferkonzepte gefragt“. [www.oliverwyman.de/our-expertise/insights/2019/may/Letzte-Meile-macht-E-Food-zu-schaffen.html](http://www.oliverwyman.de/our-expertise/insights/2019/may/Letzte-Meile-macht-E-Food-zu-schaffen.html) (19.8.2020).

- Marks, M. 2019. „Robots in Space: Sharing our World with Autonomous Delivery Vehicles“. [https://robots.law.miami.edu/2019/wp-content/uploads/2019/04/Marks\\_Robots-in-Space.pdf](https://robots.law.miami.edu/2019/wp-content/uploads/2019/04/Marks_Robots-in-Space.pdf) (7.1.2020).
- Marazzo, A. und J. Mischler 2018. „Abschlussbericht Lieferroboter – Testphase 2“. Bern: Post CH AG. Download unter: [www.astra.admin.ch/dam/astra/fr/dokumente/abteilung\\_strassennetzeallgemein/abschlussbericht\\_lieferrobotter.pdf.download.pdf/2018-08-23\\_%20Post%20\\_%20Abschlussbericht%20-%20Lieferroboter%20II%20.pdf](http://www.astra.admin.ch/dam/astra/fr/dokumente/abteilung_strassennetzeallgemein/abschlussbericht_lieferrobotter.pdf.download.pdf/2018-08-23_%20Post%20_%20Abschlussbericht%20-%20Lieferroboter%20II%20.pdf) (4.9.2020).
- Maurer, M., J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner 2015. *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg.
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuven und I. Banerjee 2020. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Muschkiet, M., und U. Schückhaus 2019. „Anforderungen an die Handelslogistik der Zukunft“, in *Handel mit Mehrwert. Digitaler Wandel in Märkten, Geschäftsmodellen und Geschäftssystemen*, hg. v. G. Heinemann, H. M. Gehrckens und T. Täuber. Wiesbaden: Gabler, 357–378.
- Ninnemann, J., A.-K. Hölter, W. Beecken, R. Thyssen und T. Tesch 2017. „Last-Mile-Logistics Hamburg – Innerstädtische Zustelllogistik. Studie im Auftrag der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation der Freien und Hansestadt Hamburg“. Hamburg: HSBA Hamburg School of Business Administration. [www.hsba.de/fileadmin/user\\_upload/bereiche/forschung/Forschungsprojekte/Abschlussbericht\\_Last\\_Mile\\_Logistics.pdf](http://www.hsba.de/fileadmin/user_upload/bereiche/forschung/Forschungsprojekte/Abschlussbericht_Last_Mile_Logistics.pdf) (7.1.2019).
- Nuro 2018. „Scottsdale, meet Nuro“, 16.8.2018. <https://medium.com/nuro/az-pilot-launch-33cceb55c871> (27.8.2020).
- Nuro 2020. „Nuro. FAQ. How will I retrieve my order? Who can participate in Nuro’s service?“. <https://nuro.ai/faq> (28.8.2020).
- open4innovation 2019. „Nachhaltige Lösungen für die First / Last-Mile: Innovative Logistiklösungen für Zustellung, Auslieferung und Abholung“. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). <https://mobilitaetderzukunft.at/de/highlights/first-last-mile.php> (4.9.2020).
- Paddeu, D., T. Calvert, B. Clark und G. Parkhurst 2019. „New Technology and Automation in Freight Transport and Handling Systems“. Download unter <https://uwe-repository.worktribe.com/output/851875/new-technology-and-automation-in-freight-transport-and-handling-systems> (27.8.2020).
- Peters, N. 2019. „Die Letzte Meile im urbanen Güterverkehr und ihre Auswirkungen auf öffentliche Räume“, Diplomarbeit, TU Wien.
- Schnedlitz, P., E. Lienbacher, B. Waldegg-Lindl und M. Waldegg-Lindl 2013. „Last Mile: Die letzten – und teuersten – Meter zum Kunden im B2C E-Commerce“, in *Handel in Theorie und Praxis. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Dirk Möhlenbruch*, hg. v. G. Crockford, F. Ritschel und U.-M. Schmieder. Wiesbaden: Gabler, 249–273.
- Schocke, K.-O. 2019. „Boom mit Problemen: Paketbranche feilt an ‚letzter Meile‘“, *Die Zeit*, 6.3.2019. [www.zeit.de/news/2019-03/06/boom-mit-problemen-paketbranche-feilt-an-letzter-meile-190306-99-264826](http://www.zeit.de/news/2019-03/06/boom-mit-problemen-paketbranche-feilt-an-letzter-meile-190306-99-264826) (26.8.2020).
- Schönberg, T., T. Wunder und M. S. Huster 2018. „Urbane Logistik 2030 in Deutschland – Gemeinsam gegen den Wilden Westen“, hg. v. Roland Berger. München. Download unter <https://www.bvl.de/schriften/schriften/urbane-logistik-2030> (26.8.2020).
- Schröder, J., B. Heid, F. Neuhaus, M. Kässer, C. Klink und S. Tatomir 2018. „Fast forwarding last-mile delivery – implications for the ecosystem: Travel, Transport, and Logistics and Advanced Industries“, hg. v. McKinsey & Company. [www.mckinsey.com/de/~media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/publikationen/fast%20forwarding%20last%20mile/180712-fast-forwarding-last-mile-delivery.ashx](http://www.mckinsey.com/de/~media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/publikationen/fast%20forwarding%20last%20mile/180712-fast-forwarding-last-mile-delivery.ashx) (27.8.2020).
- Shaheen, S., und A. Cohen 2020. „Mobility on Demand in the United States. From Operational Concepts and Definitions to Early Pilot Projects and Future Automation“, in *Analytics for the Sharing Economy: Mathematics, Engineering and Business Perspectives*, hg. v. E. Crisostomi, B. Ghaddar, F. Häusler, J. Naoum-Sawaya, G. Russo und R. Shorten. Cham: Springer International Publishing, 227–254.
- Soteropoulos, A., A. Stickler, V. Sodl, M. Berger, J. Dangschat, P. Pfaffenbichler, G. Emberger, E. Franke, R. Braun, F. Schneider, S. Kaiser, H. Walkobinger und A. Mayerthaler 2019. „SAFiP – System-szenarien Automatisiertes Fahren in der Personenmobilität“. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. [https://projekte.ffg.at/anhang/5cee1b11afeb7\\_SAFiP\\_Ergebnisbericht.pdf](https://projekte.ffg.at/anhang/5cee1b11afeb7_SAFiP_Ergebnisbericht.pdf) (27.8.2020).

- Soteropoulos, A., M. Mitteregger, M. Berger und J. Zwirchmayr 2020. „Automated drivability: Toward an assessment of the spatial deployment of level 4 automated vehicles“, in *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 136, 64–84.
- Stadt Wien 2018. „STEP 2025. Fachkonzept: Öffentlicher Raum“, hg. v. Magistratsabteilung 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung. <https://tinyurl.com/d6ppydrj> (28.8.2020).
- Steer 2020. "Economic Impacts of Autoumous Delivery Services in the US." Final Report. New York. In [https://www.steergroup.com/sites/default/files/2020-09/200910\\_%20Nuro\\_Final\\_Report\\_Public.pdf](https://www.steergroup.com/sites/default/files/2020-09/200910_%20Nuro_Final_Report_Public.pdf) (18.9.2020).
- Umundum, P. 2020. „Die letzte Meile – Königsdisziplin der Logistik“, in *Logistik – die unterschätzte Zukunftsindustrie. Strategien und Lösungen entlang der Supply Chain 4.0*, hg. v. P. H. Voß, 149–162.
- UPS 2020. „UPS And Waymo Partner To Begin Self-Driving Package Pickup In Arizona“, *UPS Pressroom*, 29.1.2020. <https://pressroom.ups.com/pressroom/ContentDetailsViewer.page?ConceptType=PressReleases&id=1580327674120-833> (19.2.2020).
- USDOT (US Department of Transportation) 2020. „Nuro, Inc.; Receipt of Petition for Temporary Exemption for an Electric Vehicle with an Automated Driving System“. Washington D.C. [www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/nuro\\_notice\\_of\\_reciept\\_unofficial.pdf](http://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/nuro_notice_of_reciept_unofficial.pdf) (19.2.2020).
- Vogler, T., J.-P. Labus und O. Specht 2018. „Mögliche Auswirkungen von Digitalisierung auf die Organisation von Handelsunternehmen“, in *Digitalisierung im Handel. Geschäftsmodelle, Trends und Best Practice*, hg. v. M. Knoppe und M. Wild. Wiesbaden: Gabler, 149–172.
- Voß, P. H. 2020. *Logistik – die unterschätzte Zukunftsindustrie. Strategien und Lösungen entlang der Supply Chain 4.0*. Wiesbaden: Gabler.
- WIFO (Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung) 2019. „Wie wird das Weihnachtsgeschäft 2019“, Pressekonferenz. Wien. <https://tinyurl.com/e5frybts> (16.3.2020)
- Wiles, R. 2019. „Kroger ends its unmanned-vehicle grocery delivery pilot program in Arizona“, *USA Today*, 14.12.2019. <https://tinyurl.com/m4syhubk> (27.8.2020).
- Wirtschaftsagentur Wien 2016. „City Logistik. Technologie Report“. Wien. [https://wirtschaftsagentur.at/fileadmin/user\\_upload/Technologie/Factsheets\\_T-Reports/DE\\_CityLogistik\\_Technologie\\_Report.pdf](https://wirtschaftsagentur.at/fileadmin/user_upload/Technologie/Factsheets_T-Reports/DE_CityLogistik_Technologie_Report.pdf) (4.9.2020).
- Wittenbrink, P., B. Leerkamp und T. Holthaus 2016. „Städtisches Güterverkehrskonzept Basel. Schlussbericht“. Basel: Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt. Download unter [www.mobilitaet.bs.ch/gesamtverkehr/verkehrskonzepte/gueterverkehrskonzept.html](http://www.mobilitaet.bs.ch/gesamtverkehr/verkehrskonzepte/gueterverkehrskonzept.html) (26.8.2020).
- Wittenhorst, T. 2019. „Deutsche Post stoppt Paketkästen für Privathäuser und Zustellroboter Postbot“, *heise online*, 3.2.2019. [www.heise.de/newsticker/meldung/Deutsche-Post-stoppt-Paketkaesten-fuer-Privathaeuser-und-Zustellroboter-Postbot-4296767.html](http://www.heise.de/newsticker/meldung/Deutsche-Post-stoppt-Paketkaesten-fuer-Privathaeuser-und-Zustellroboter-Postbot-4296767.html) (9.1.2020).
- Wong, J. C. 2017. „Delivery robots: a revolutionary step or sidewalk-clogging nightmare?“, *The Guardian*, 12.4.2017. [www.theguardian.com/technology/2017/apr/12/delivery-robots-doordash-yelp-sidewalk-problems](http://www.theguardian.com/technology/2017/apr/12/delivery-robots-doordash-yelp-sidewalk-problems) (28.8.2020).

**Open Access** Dieses Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



# TEIL II

## Öffentlicher Raum

Mathias Mitteregger, Emilia M. Bruck, Andrea Stickler

Mit und ohne automatisiertem und vernetztem Verkehr: Im Straßenraum kollidieren zwei zentrale Bedürfnisse, die eine funktionierende und bewohnbare Stadt ausmachen. Zum einen muss ein stetiger Strom an Gütern und Personen den Weg in, durch und aus dem dichten Siedlungsraum finden, zum anderen bestimmt die Straße maßgeblich die Bewohnbarkeit der Städte. Wo kein Platz für Grün und Erholung bleibt, wo kein Gefühl der Sicherheit entstehen kann, verliert die Straße ihre Funktion als öffentlicher Raum und eine Stadt den viel bemühten menschlichen Maßstab. Zurecht wird deswegen jeder Eingriff in die Straße kritisch beäugt – egal ob es um das Recht der freien Meinungsäußerung im Protest oder um ein neues Verkehrsmittel geht. Automatisierte und vernetzte Fahrzeuge müssen sich folglich doppelt beweisen: Neue verkehrliche Möglichkeiten treffen im begrenzten Raum der Straße die Bewohnerinnen und Bewohner der Stadt. Die für den Teil „Der öffentliche Raum“ ausgewählten Beiträge bieten dabei einen vielschichtigen Überblick zu Chancen, Risiken und Gestaltungsmöglichkeiten. In allen Beiträgen zeigt sich, wie wichtig es ist, diese neue Technologie kritisch aus der Perspektive des öffentlichen Raums zu bewerten: Die Qualitäten der Straße haben immer auch das Wesen der Städte bestimmt. Es gibt keinen Grund anzunehmen, dass dieser Zusammenhang in Zukunft erlischt.

Emilia M. Bruck, Martin Berger und Rudolf Scheuvsen diskutieren in ihrem Beitrag *Steuerung und Gestaltung von räumlichen Schnittstellen der Mobilität: Betrachtungen angesichts des automatisierten Fahrens* Gestaltungsmöglichkeiten von Schnittstellen in einem teilweise automatisierten und vernetzten Mobilitätssystem. Die AutorInnen zeigen, dass die Frage, wo und wie zwischen (automatisierten) Verkehrsmitteln in Zukunft gewechselt wird, von drei zentralen Faktoren abhängen dürfte: der technologischen Reife, den eingesetzten Angebotsformen und von (lokalen) Steuerungsmaßnahmen. Die AutorInnen fordern eine integrierte Sichtweise als Ausgangspunkt für diese wesentliche Planungsaufgabe der Zukunft. Sie nehmen diese in ihrem Beitrag selbst ein, um einen ersten Anforderungskatalog für die Gestaltung von Umsteige- und Haltepunkten zu entwickeln. Differenziert nach städtischen, suburbanen und ländlichen Kontexten zeigen sie, welche städtebaulichen Ansprüche sich an diese neuen Typologien bereits abzeichnen und was getan werden kann, damit automatisierte und vernetzte Fahrzeuge in Erweiterung des öffentlichen Verkehrs genutzt werden können.

Mit dem Beitrag *Transformations of European Public Spaces with AVs* stellen Robert Martin, Emilia M. Bruck und Aggelos Soteropoulos Entwürfe vor, die das dänische Architekturbüro JaJa Architects eigens für den vorliegenden Band entworfen hat. JaJa Architects positionieren ihre Entwürfe bewusst im Kontrast zu bereits existierenden, baukastenartigen Gestaltungsmaximen, denen sie einen „Drall“ in Richtung „total design“ attestieren. Mit der Metropolregion Kopenhagen wählt das Büro eine Ikone der nachhaltigen Mobilität. In ihrem Zukunftsbild spielt der Pkw im Privatbesitz keine Rolle mehr. An dessen Stelle ist noch mehr aktive Mobilität und auch ein öffentlicher Verkehr getreten, der durch automatisierte Mobilitätsdienstleistungen erweitert wird. Anhand von drei Beispielen illustrieren JaJa Architects ihre Vorstellung des öffentlichen Raums der Straße: am Beispiel einer Wohnstraße im suburbanen Raum der Metropolregion (im kleinen Finger des bekannten „Fingerplans“ von Kopenhagen), eines Bahnhofsvorplatzes (ebenfalls im suburbanen Raum) und schließlich einer belebten Innenstadtstraße im Zentrum der Stadt. Visualisierungen und Diagramme veranschaulichen eindrücklich die mögliche Zukunft Kopenhagens.

Lutz Eichholz und Detlef Kurth diskutieren in ihrem Beitrag *Integration des Radverkehrs in zukünftige urbane Verkehrsstrukturen mit automatisierten und vernetzten Fahrzeugen* die Rolle und Möglichkeiten einer Gestaltung des Radverkehrs in einem künftigen Verkehrssystem. Sie geben erste Einblicke in „RAD-AUTO-NOM“, ein Forschungsprojekt an der TU Kaiserslautern. Aus den bestehenden (rechtlichen) Bestimmungen heraus nehmen die Autoren zunächst eine verkehrliche Perspektive auf den Straßenraum ein. Sie zeigen, dass das konfliktfreie Nebeneinander von Fahrrad und automatisiertem Fahrzeug infrastrukturellen Handlungsdruck auslösen könnte. FahrradfahrerInnen bewegen sich schnell, agil und wendig im Stadtraum – ein Verhalten, das langfristig eine schwer überwindbare Hürde für die Algorithmen automatisierter Fahrzeuge bleiben dürfte. Anhand von ausgewählten Verkehrssituationen – Überholmanöver, Kreuzungen und „shared spaces“ – zeigen sie Probleme und Chancen eines Straßenraums, der beiden Verkehrsmitteln angemessen Platz zuweist.

Steven Fleming wählt einen anderen Zugang: In seinem Essay *Against the Driverless City* entwickelt er die in seiner Publikation *Velotopia* entwickelte Vision einer Fahrradstadt weiter. Fleming stemmt sich gegen eine Stadtplanung, die er für „vom Glanz des Neuen“ berauscht hält. Er stellt aktuellen Planungen für und mit automatisierten Fahrzeugen eine radikal andere Stadt gegenüber: Alles in *Velotopia* ist auf das Fahrrad ausgelegt – von den Straßen bis in den Wohnraum. Der Boden wirft Falten, wo FahrradfahrerInnen bremsen oder beschleunigen sollen. Das Wegenetz ist prinzipiell überdacht, um Witterungseinflüsse abzuhalten, anstelle von Stiegenhäusern treten Rampen. Auch hier führen Illustrationen und Diagramme die Lesenden durch *Velotopia*. Der Autor rückt sein Zukunftsbild in die Nähe von Ikonen der Architekturgeschichte: die Entwürfe von Le Corbusier und Frank Lloyd Wright – Autoritäten, auf die wir heute noch (kritisch) blicken, wenn es um die Stadt und das Auto geht – und die Visionen des britischen Stadtplaners Ebenezer Howard, der seine Gartenstadt aus dem Bahnverkehr entwickelt hat und immer noch fixer Bestandteil der Curricula in der Architektur sowie der Stadt- und Verkehrsplanung ist. Die Zeit wird zeigen, ob dieser Vergleich hält.

In seinem Beitrag *Am Ende der Straße: totale Sicherheit – wie das Sicherheitskonzept von automatisierten und vernetzten Fahrsystemen den Straßenraum verändert* identifiziert Mathias Mitteregger ein Problemfeld, das die Suche nach gesteigerter Verkehrssicherheit durch Automatisierung und Vernetzung des Straßenverkehrs erzeugt: Ständige Überwachung und subtile Einflussnahme könnten den öffentlichen Raum grundlegend verändern. Verkehrssicherheit ist heute das zentrale Argument, mit dem für die Entwicklung automatisierter Fahrsysteme und digitaler Infrastruktur geworben wird. Der Autor zeigt, dass die erhoffte Wirkung eine sehr lokale bleiben dürfte: Nur in Bruchteilen des Straßennetzes und nur in wohlhabenden Ländern wird mehr Automatisierung und Vernetzung auch die Verkehrssicherheit erhöhen. Den entscheidenden Moment des bereits eingeschlagenen Weges sieht der Autor im Übergang von passiven zu aktiven Sicherheitssystemen. Mit diesem wandelt sich nicht nur das Sicherheitskonzept eines Fahrzeuges, sondern ein Grundprinzip der Öffentlichkeit: Ein durch gegenseitige Achtung entstehender Raum wird zu einem top-down kontrollierten Umfeld. Mitteregger zeigt die mögliche Wirkmacht eines solchen Wandels und betont die weitreichenden Folgen für die Städte der Zukunft.



# 8 Steuerung und Gestaltung von räumlichen Schnittstellen der Mobilität

Betrachtungen angesichts des automatisierten Fahrens

Emilia M. Bruck, Rudolf Scheuvens, Martin Berger

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>134</b>
<b>2.</b>	<b>Auswirkungen des automatisierten Fahrens auf öffentliche Räume</b>	<b>135</b>
2.1	Problemstellung	135
2.2	Betrachtungsfokus	137
<b>3.</b>	<b>Strategische Rahmenbedingungen räumlicher Schnittstellen</b>	<b>137</b>
3.1	Bewertungen integrieren: Einsatzgebiete, Modi und zulässige Geschwindigkeiten	138
3.2	Stationsnetze erweitern: Ausbau um Haltezonen und Sammelpunkte	140
3.3	Zentralitäten stärken: Verknüpfung von Nutzungen, Wegen und Zielen	143
3.4	Adaptivität sichern: Offenheit für zukünftigen Nutzungswandel	145
<b>4.</b>	<b>Kleinräumige Gestaltung multimodaler öffentlicher Räume</b>	<b>146</b>
4.1	Multimodale öffentliche Räume: Entflechtung und Bündelung von Modi	147
4.2	Flexible Flächendimensionierung: bedarfsabgestimmt oder tageszeitabhängig	149
4.3	Sanfte Übergänge: durchlässig und zum Verweilen einladend	150
4.4	Ausstattung und Adressbildung: im Wechselspiel mit dem Umfeld	152
<b>5.</b>	<b>Resümee und Ausblick</b>	<b>153</b>
	<b>Literatur</b>	<b>154</b>

---

Emilia M. Bruck

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (IFOER)  
emilia.bruck@tuwien.ac.at

Rudolf Scheuvens

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (IFOER)  
rudolf.scheuvens@tuwien.ac.at

Martin Berger

TU Wien, Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)  
martin.kp.berger@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021

M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_8)

# 1. EINLEITUNG

Der vorliegende Beitrag widmet sich den Veränderungen im öffentlichen Raum, die mit der digitalen Vernetzung und Automatisierung im Mobilitätswesen einhergehen. Hierzu werden speziell räumliche Schnittstellen der Mobilität in den Fokus gerückt. Gemeint sind dabei Räume der Interaktion, der Verknüpfung unterschiedlicher Modi und des Übergangs im öffentlichen Raum. Aufgrund der zunehmenden Vielfalt an Mobilitätsangeboten und neuen Nutzungsanforderungen gewinnt schon heute die Gestaltung von räumlichen Schnittstellen an planerischer Bedeutung. Zumal sich Orte des Zugriffs auf plattformbasierte Mobilitätsangebote nicht selten als Brennpunkte in öffentlichen Räumen abzeichnen. Im Hinblick auf eine mögliche Einführung selbstfahrender Fahrzeuge ist anzunehmen, dass sich die stadtbildprägende Relevanz von räumlichen Schnittstellen als Schwellen zwischen Verkehrsraum und Fußweg sowie Bewegung und Aufenthalt verschärfen wird: zum einen, da die Einführung automatisierter Mobilität zu einem Rückgang des privaten Automobilbesitzes und der Verbreitung von Sharing-Angeboten beitragen könnte (Zhang et al. 2015), zum anderen, da die Annahme besteht, dass automatisierte Fahrzeuge nicht zwingend an ihrem Zielort parken, sondern eigenständig in eine entlegene Parkgarage fahren können (Zhang/Wang 2020). In beiden Fällen würde der Bedarf nach Parkplatzflächen im öffentlichen Raum sinken, währenddessen Möglichkeiten des Zu- und Ausstiegs, des Umstiegs auf andere Modi und des Zuliefers von Waren an Nachfrage gewinnen würden.

Vor diesem Hintergrund gilt es, über die rein funktionale Lösung der räumlich-physischen Vernetzung hinaus zu denken und die Wechselwirkungen mit dem jeweiligen Kontext – Stadtgestalt, Nutzungsnachbarschaft, Verkehrsaufkommen und Zugänglichkeit – in ganzheitlichen Planungsansätzen zu berücksichtigen. Mögliche Gestaltungsansätze umfassen die Ausweisung von Haltezonen und Sammelpunkten im öffentlichen Raum, die Erweiterung bestehender Haltestellen und Bahnhöfe oder auch die Anreicherung von Mobilitätspunkten mit Versorgungsfunktionen, die dann als kleinräumige Zentren an Bedeutung gewinnen können.

Auch wenn derzeit unklar ist, ob und unter welchen Umständen automatisierte Fahrzeuge weitreichend zum Einsatz kommen werden, ist es aus Sicht der Stadtentwicklung entscheidend, dass die automatisierten Regelwerke der Zukunft auf Basis der räumlichen Steuerungs- und Nutzungsweisen der Übergangsphase verfasst werden (Marsden et al. 2020). Anstatt tradierte Planungsansätze, wonach das Automobil das Mobilitätssystem und den öffentlichen Raum dominiert, durch automatisierte Systeme reproduzieren zu lassen, gilt es frühzeitig zu ergründen, inwieweit diese mit der Einführung neuer Mobilitätsformen zu überwinden sind. Die Auseinandersetzung mit kleinräumigen Veränderungen unter den Vorzeichen automatisierter Mobilität wirft demnach nicht nur Fragen nach der künftigen Verknüpfung und Interaktion unterschiedlicher Modi auf, sondern auch nach der Nutzungsvielfalt im öffentlichen Raum, dem fließenden Übergang zu umliegenden Funktionen sowie nach der Erneuerung urbaner Qualitäten. Nicht zuletzt ist zu hinterfragen, welche Folgen die Anwendung neuer Mobilitätslösungen für die Zielsetzung hat, hochwertige öffentliche Räume umzusetzen, die sich immer auch durch das Ungeplante, das Unvorhergesehene auszeichnen. Das Ziel der AutorInnen ist es, einen praxisnahen Beitrag zur Diskussion um angemessene Formen des stadt- und mobilitätsplanerischen Handelns im Kontext automatisierter Mobilität zu leisten. Dazu werden zunächst die ambivalenten Wirkungsweisen neuer Mobilitätstechnologien erläutert und in Folge acht planungsrelevante Betrachtungen vorgestellt, die zwei Handlungsebenen zugeordnet sind:

- strategische Rahmenbedingungen räumlicher Schnittstellen und
- kleinräumige Gestaltung multimodaler öffentlicher Räume.

Der vorliegende Beitrag ist auch als ein Plädoyer dafür zu lesen, dass sich unter den Vorzeichen des automatisierten Fahrens der Status öffentlicher Räume als umkämpftes Terrain verschärft und es demnach einer achtsamen Justierung von Planungsansätzen bedarf, um die urbanen Qualitäten eines Ortes zu wahren (Schmid 2016). Dazu wird in den Betrachtungen die Relevanz von integrierten Ansätzen unterstrichen, um angesichts neuer Mobilitätsangebote und selbstfahrender Fahrzeuge intermodale Wege und aktive Mobilität zu fördern – zumal die räumliche Gestaltung eine maßgebliche externe Einflussgröße für die Verkehrsmittelwahl darstellt (Konrad/Groth 2019).

## **2. AUSWIRKUNGEN DES AUTOMATISIERTEN FAHRENS AUF ÖFFENTLICHE RÄUME**

### **2.1 PROBLEMSTELLUNG**

Aufgrund der digitalen Vernetzung und Automatisierung sind städtische und regionale Mobilitätssysteme in einem schleichenden Wandel begriffen. Als Vorboten automatisierter Verkehre gelten speziell stationsungebundene Mitfahrdienste (wie z. B. Uber oder Lyft), die sich im Laufe der vergangenen Jahre auch in europäischen Groß- und Mittelstädten ausgebreitet haben (Soike et al. 2019, Erhardt et al. 2019). Durch die Komfortvorteile der Tür-zu-Tür-Beförderung bestechen diese Angebote gegenüber dem herkömmlichen öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) besonders in Räumen hoher Siedlungs- und Nachfragedichte. Planerisch relevante Faktoren wie die Reisezeit oder Flächeneffizienz des Systems treten in den Hintergrund, währenddessen die Flexibilität, Verfügbarkeit und individuelle Anpassungsfähigkeit des Angebots an Bedeutung gewinnen.

Mit hochautomatisierten Fahrzeugen (SAE-Level 4 nach SAE International 2018), so verspricht es die Industrie, könnte das Fahrerlebnis weiter an Komfort, Sicherheit und Effizienz gewinnen. Das automatisierte Gefahrenwerden soll einerseits jenen zugutekommen, die konventionelle Privatfahrzeuge selbst nicht steuern können, d. h. Mobilitätseingeschränkten, Kindern und der älteren Bevölkerung (Gavanas 2019). Andererseits soll mit der Automatisierung öffentlicher Angebote und privater Mobilitätsdienste die Verkehrsmittelwahl jener erweitert werden, die in autoabhängigen Gebieten leben oder sich das individuelle Automobil nicht leisten können. Demnach besteht besonders für suburbane und ländlich-periphere Räume die Hoffnung, infolge von Einsparungen bei Betriebs- und Personalkosten eine wirtschaftlich rentable Versorgung mittels selbstfahrender Zubringerdienste, Ortsbusse oder Dorfverbindungen sichern zu können (vgl. Jürgens 2020: 40).

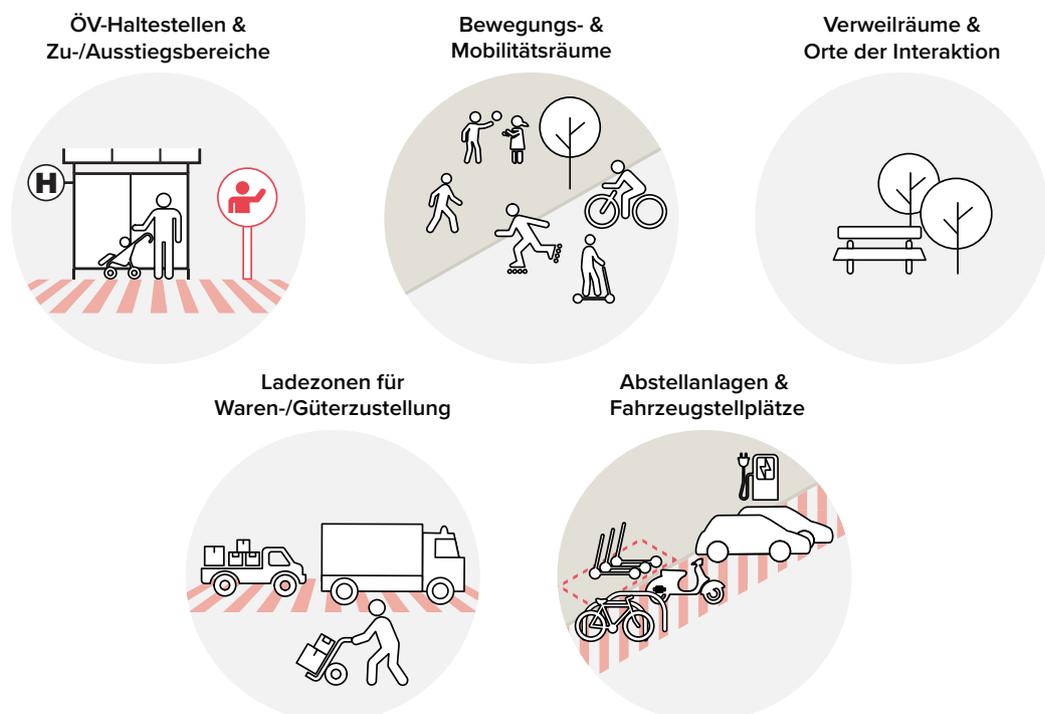
Inzwischen zeigt sich in nordamerikanischen Innenstädten, dass mit einem weitreichenden Umstieg auf Mitfahrdienste das Verkehrsaufkommen drastisch zunehmen und unregelmäßiges Halten entlang der Bordsteinkante zu Nutzungskonflikten mit dem ÖPNV und Radfahrenden führen kann (Schaller 2017, Erhardt et al. 2019). Der einhergehende Anstieg von Zu- und Ausstiegssituationen ist beispielhaft für eine Intensivierung und Diversifizierung von Nutzungsansprüchen im öffentlichen Raum (Marsden et al. 2020), die mit dem Aufkommen von Lieferdiensten, Angeboten der Mikromobilität und plattformbasierten Mitfahrdiensten einhergehen. Zudem entstehen teils widersprüchliche Interessenlagen, da mit den genannten Technologielösungen neue Unternehmen auftreten, währenddessen das Bewusstsein um eine umweltverträgliche Mobilitätswende steigt und zunehmend auch der Rückbau von Straßenräumen zum Zweck der sanften Mobilität gefordert wird (siehe Abb. 1).

Neben den genannten Risiken in der Verkehrsinteraktion kann sich eine flächendeckende Ausdehnung von Zu- und Ausstiegssituationen im öffentlichen Raum negativ auswirken. Durch das Halten in zweiter Reihe und die räumliche Ausbreitung des Verkehrsaufkommens sinken Durchlässigkeit und Zugänglichkeit. Im Hinblick auf das automatisierte Fahren ist davon auszugehen, dass dieser Effekt verschärft wird. Hohe Durchdringungsraten von automatisierten Fahrzeugen können aufgrund von Zu- und Ausstiegen Mehrfahrten und Stauaufkommen verursachen, wodurch sich die Querungsmöglichkeiten von bestimmten Straßenräumen signifikant verschlechtern könnten. Dadurch wären schwächere MobilitätsteilnehmerInnen klar benachteiligt und öffentliche Räume könnten an Aufenthaltsqualität einbüßen. Zudem kann eine flächendeckende Verteilung von Haltemöglichkeiten zur Konsequenz haben, dass aufgrund des Komfortvorteils die Nachfrage von automatisierten Fahrzeugen auf kurzen Strecken ansteigt und das Verkehrsaufkommen weiter zunimmt (González-González et al. 2020, Kondor et al. 2020, Cavoli et al. 2017).

Eine flächendeckende Ausbreitung von Zu- und Ausstiegssituationen ist auch dahingehend kritisch zu betrachten, dass die erhofften räumlichen Vorteile des automatisierten Fahrens nur realisierbar sein werden, wenn ein Großteil der Fahrzeugkilometer geteilt zurückgelegt wird. In diesem Zusammenhang konnte gezeigt werden, dass die Bündelung von Fahrten und höhere Besetzungsraten durch die Anfahrt von dezidierten Sammelpunkten erleichtert wird, während die Anzahl der gefahrenen Kilometer sinkt (Stiglic et al. 2015).

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass die Stadtplanung unter den Vorzeichen des automatisierten Fahrens vor der Herausforderung steht, zusehends diverse Nutzungsformen und teils konträre Interessenlagen im öffentlichen Raum in Einklang zu bringen. Dabei ist der steigende Bedarf an temporären Haltemöglichkeiten ebenso zu berücksichtigen wie die Ansprüche der Verkehrssicherheit, der Verkehrsflusseffizienz, der Klimaverträglichkeit und der Stadt-raumqualität.

**Abbildung 1:** Nutzungswandel im öffentlichen Raum



Quelle: eigene Darstellung

## 2.2 BETRACHTUNGSFOKUS

Ausgehend von der Problematik einer steigenden Flächenkonkurrenz im öffentlichen Raum und von dem Bedarf an integrierten Planungsansätzen wird in den nachstehenden Betrachtungen auf folgende Fragestellungen eingegangen:

- Wo entstehen räumliche und modale Schnittstellen? Worauf ist bei der Planung von Einsatzgebieten und Stationsnetzwerken zu achten?
- Welcher Spielregeln bedarf es, um Schnittstellen im öffentlichen Raum sichtbar zu machen und im Sinne heterogener Mobilitätsformen und Nutzungsansprüche zu gestalten?
- Inwieweit können Schnittstellen der Mobilität positive Impulse für die stadträumliche Entwicklung liefern und als Scharniere im Stadtgefüge nutzbar gemacht werden?

Zudem sind Auswirkungen sowie Handlungsansätze je nach Siedlungsstruktur, Stadtraum und angrenzenden Nutzungen differenziert zu betrachten, denn die Potentiale und Grenzen des automatisierten Fahrens unterscheiden sich zwischen innerstädtischen, suburbanen und ländlichen Gebieten. Dabei sind nicht nur bestehende Faktoren wie die Bebauungsstruktur, der Querschnitt des Straßenraums oder die Nutzungsintensität umliegender Erdgeschosszonen zu berücksichtigen, sondern auch jene stadträumlichen Potentiale, die erst durch die Umverteilung mobilitätsbezogener Flächen wirksam gemacht werden können, wie beispielsweise die Aufwertung der Wahrnehmbarkeit und Aufenthaltsqualität öffentlicher Räume. In den Betrachtungen wird dahingehend zwischen städtischen, suburbanen und ländlichen Räumen differenziert.

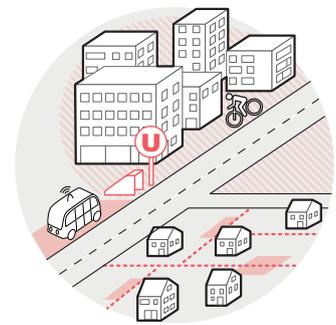
## 3. STRATEGISCHE RAHMENBEDINGUNGEN RÄUMLICHER SCHNITTSTELLEN

Eine raumbezogene Chance automatisierter und vernetzter Mobilitätskonzepte beruht auf der Bündelung von Fahrten (Greenblatt/Shahen 2015, Zhang et al. 2015), sei es in einer Fahrgemeinschaft zwischen KollegInnen, in einem Pooling-Service oder der Integration von Personen- und Warenverkehr. Allerdings erfordert die Realisierung damit verbundener räumlicher Vorteile (z. B. der Rückgang des Parkraumbedarfs, das Freiwerden von Bestandsflächen, die Transformation bestehender Strukturen etc.) die Festlegung von zielgerichteten Steuerungsweisen. Üblicherweise werden im Zusammenhang mit dem automatisierten Fahren in etwa Maßnahmen wie der Vorrang für Fahrzeuge mit hohen Besetzungsraten, die streckengebundene Bepreisung oder eine restriktivere Parkraumbewirtschaftung als Mittel genannt, um dem individuellen Nutzen von Fahrzeugen entgegenzuwirken (Sousa et al. 2018, Zhang 2017). Allerdings kann auch mittels räumlicher Strategien die Bündelung von Verkehrsströmen gefördert werden; so beispielsweise durch die Bereitstellung entsprechender Mobilitätsinfrastruktur oder durch die Konzentration von Angeboten und Aktivitäten, wodurch Wege räumlich und zeitlich zusammengeführt werden. In beiderlei Hinsicht entstehen räumliche Schnittstellen, an denen unterschiedliche Anforderungen in Einklang zu bringen sind und Bestand mit Zukünftigem zu integrieren ist.

An welcher Stelle neue räumliche Schnittstellen entstehen und in welchem Ausmaß sie Siedlungs- und Stadtraumstrukturen prägen werden, wird auf einer übergeordneten Ebene durch die strategischen Leitlinien und rahmengebenden Steuerungsweisen des automatisierten Fahrens

beeinflusst. Dies betrifft allem voran die Einsatzgebiete automatisierter Flotten, wobei besonders die Eignung der Angebotsformen<sup>1</sup> einer räumlich differenzierten Betrachtung bedarf. Weiters stellt die Netzintegration automatisierter Angebotsformen eine Voraussetzung für die Standortplanung von Halte- und Umstiegspunkten dar. Wie bereits erwähnt, konnten Modellierungsstudien zwar zeigen, dass die Einrichtung von Sammelpunkten die Fahrtenbündelung automatisierter Mobilitätsdienste erleichtern kann (Stiglic et al. 2015), doch mangelt es international betrachtet, neben einzelnen Pilotvorhaben, an regulatorischen Ansätzen für die strategische Planung von dezidierten Haltezonen und Sammelpunkten (ITF 2018: 58; Schaller 2019). Nicht zuletzt sind auf strategischer Ebene auch Fragen der Zentrenentwicklung im Umfeld neuer Knotenpunkte und der langfristigen Anpassungsfähigkeit von Infrastruktur und Stadträumen zu berücksichtigen. Die genannten Aspekte werden in Folge vertiefend erläutert.

### 3.1 BEWERTUNGEN INTEGRIEREN: EINSATZGEBIETE, MODI UND ZULÄSSIGE GESCHWINDIGKEITEN



In Anbetracht einer möglicherweise langfristigen Übergangsphase, in deren Rahmen automatisierte Fahrzeuge lediglich in dafür angemessenen Bereichen zum Einsatz kommen werden, ist eine raumbezogene Bewertung und Priorisierung von Einsatzgebieten, Modi und zulässigen Geschwindigkeiten erforderlich (siehe auch Beitrag 5 von Soteropoulos in diesem Band). Hierzu sind neben klassischen Einsatzkriterien unterschiedlicher Verkehrsmittel auch räumliche Wirkungsweisen der digitalen Vernetzung und Automatisierung zu berücksichtigen, die in vorhandenen Studien in Ansätzen für innerstädtische Gebiete behandelt werden, wobei nicht systematisch zwischen Stadtraumtypen oder auch Straßentypologien differenziert wird. González-González et al. (2020: 9) zeichnen beispielsweise ein Zukunftsbild, wonach sogenannte „Core Attractive Mixed-use Spaces (CAMS)“ in städtischen Kerngebieten ausgewiesen werden. Innerhalb dieser Zonen würde automatisiertes Fahren nur eingeschränkt zugelassen und stattdessen öffentlicher Raum rückgewonnen werden. Die Festlegung von räumlich abgegrenzten Zonen dieser Art hat einen grundlegenden Einfluss auf die Lage von räumlichen Schnittstellen. Sowohl innerhalb des Einsatzgebietes als auch an dessen Rändern entsteht der Bedarf nach Umstiegspunkten und Übergangszonen, an denen unterschiedliche Modi räumlich, zeitlich und tariflich aufeinander abgestimmt werden.

Um mögliche Einsatzgebiete unter Berücksichtigung stadträumlicher Effekte auszuweisen, bedarf es eines Verständnisses der raumstrukturellen Eignung neuer Mobilitätskonzepte. In der Verkehrsplanung werden für die Festlegung des Verkehrsmiteinsatzes klassischerweise folgende Kriterien berücksichtigt: Wirtschaftlichkeit, Funktionalität (Beförderungsgeschwindigkeit und Kapazität), Angebotshierarchie sowie siedlungsräumliche Zweckmäßigkeit (Weidmann et al. 2011). Um Letztere zu ermitteln, werden die Einwohner- und die Nutzungsdichte als wichtigste Parameter neben den Siedlungsgrößen und Kernnutzungsdichten genannt. Nach Weidmann et al. (2011) ist anhand dieser Dimensionen abzuleiten, welche räumlichen Strukturtypen den

1 Bereits heute vervielfältigen sich Angebotsformen des ÖPNV und der privaten Dienstleister. Grob können diese zwischen liniengebundenen und flexiblen Angebotsformen unterschieden werden. Unter Berücksichtigung der Automatisierung des Mobilitätswesens kann von folgenden Angebotsformen ausgegangen werden: AV-Gelenkbus, AV-Standardbus, AV-Minibus/Shuttle, AV-Van (Ride-Sharing), AV-Sammeltaxi (Ride-Sharing), AV-Einzeltaxi (Car-Sharing; Soteropoulos et al. 2019, siehe Beitrag 18 von Stickler in diesem Band).

Einsatz bestimmter Verkehrssysteme begünstigen. Beispielsweise setzen hochleistungsfähige Verkehrssysteme (z. B. U-Bahn oder S-Bahn) Siedlungsräume hoher Einwohnerdichte und ausdifferenzierte Korridore voraus. Indessen rechtfertigen disperse Räume aufgrund geringer Nachfrage oder besonderer topographischer Bedingungen meist keine schienengebundenen Systeme und erfordern stattdessen kleinere Fahrzeugeinheiten für Erschließungs- und Verteilersysteme sowie Zubringerdienste zu höherrangigen Knotenpunkten (Weidmann et al. 2011). Insbesondere hierzu werden automatisierte Angebotsformen als Lösung angesehen, da von einer höheren Wirtschaftlichkeit und von flexiblen Bedienformen ausgegangen wird. Darüber hinaus wird im Kontext der integrierten Stadt- und Mobilitätsentwicklung insbesondere der Grad der funktionalen Durchmischung berücksichtigt. In diesem Zusammenhang können beispielsweise Entwicklungspotentiale innerhalb von Einzugsgebieten des öffentlichen Nahverkehrs ausgelotet oder das Verhältnis von Stationsumfeld und Verkehrsnachfrage untersucht werden (Bertolini 1999). Der Einsatz automatisierter Angebotsformen und die Planung von Schnittstellen ist demnach im Verhältnis zu strukturellen Faktoren wie der Einwohner- und Arbeitsplatzdichte sowie der Diversität von Umfeldnutzungen, aber auch zu Faktoren wie der Verfügbarkeit des ÖPNV und alternativer Modi zu bewerten.

Vor dem Hintergrund der genannten Eignungskriterien sind zwei wesentliche Veränderungstendenzen im Zusammenhang mit dem automatisierten Fahren zu berücksichtigen, durch die eine Bewertung von dessen Zweckmäßigkeit an Komplexität gewinnt: Zunächst gilt es festzuhalten, dass sich aufgrund neuer Akteure am Mobilitätsmarkt die Grenze zwischen öffentlichen und privaten Angeboten zunehmend auflöst (Lenz/Fraedrich 2015; Mitteregger et al. 2020: 44). Eine neu auftretende Konkurrenzsituation zwischen öffentlichem Linienbetrieb und flexiblen Bedarfsdiensten privater Fahrdienstleister hat zur Folge, dass in bestimmten Gebieten die für den öffentlichen Verkehrsbetrieb notwendigen Nachfragedichten sinken könnten. Um das öffentliche Verkehrsnetz als Rückgrat der Mobilität zu erhalten, sind Einsatzgebiete automatisierter Mobilitätsdienste auf Basis des bestehenden ÖV-Netzes zu bestimmen und jene Siedlungsräume zu priorisieren, in denen bestehende Lücken geschlossen bzw. Schwachstellen bedarfsorientiert gestärkt werden können. Speziell für Räume mittlerer bis geringer Dichte kann dies bedeuten, dass die Einzugsgebiete von überörtlichen Verkehrsknoten um die Reichweite von automatisierten Zubringerdiensten erweitert und neu ausgewiesene Routen als Transformations- und Entwicklungsräume priorisiert werden. Auch impliziert dies die Notwendigkeit, neue Schnittstellen als Übergänge und Knoten räumlich zu integrieren, sodass die Inanspruchnahme von intermodalen Wegen für NutzerInnen erleichtert wird.

Zudem ist die Zweckmäßigkeit von automatisierten Angebotsformen angesichts möglicher Wirkungen im öffentlichen Raum zu beurteilen, die je nach Gebietstyp und Straßenraum variieren können. Hierzu dient beispielsweise die Überprüfung der straßenräumlichen Verträglichkeit auf Ebene des Quartiers oder Ortsteils (siehe Beitrag 5 von Soteropoulos in diesem Band). Dabei ist zu untersuchen, inwieweit die Zulassung einzelner Modi und Geschwindigkeiten zu Trennwirkungen, im Sinne erschwerter Querungsmöglichkeiten für den Fuß- und Radverkehr, in bestimmten Straßentypologien (z. B. Wohnstraßen, Quartiersstraßen, Einfallstraßen/Hauptverkehrsstraßen, Verbindungsstraßen etc.) führen kann. Darüber hinaus ist die Flächeninanspruchnahme, die durch den Anstieg von kurzfristig haltenden und parkenden Fahrzeugflotten entstehen kann, zu ermitteln. Beide Wirkungsformen sind im Verhältnis zu den bestehenden Nutzungsansprüchen angrenzender Funktionen zu bewerten. So schafft beispielsweise eine innerstädtische Quartiersstraße mit einer Konzentration von Einzelhandel und Gastronomie andere Nutzungsdichten und räumliche Anforderungen (z. B. Querungsmöglichkeiten, Schanigärten, Verweilräume etc.) als eine reine Wohnstraße oder Hauptverkehrsachse am Stadtrand. Auf dieser Basis wird zu prüfen sein, ob bestimmte Anwendungsformen, wie beispielsweise der automatisierte Lieferverkehr, aufgrund von Nutzungskonflikten von gewissen Straßenkategorien gänzlich auszunehmen oder nur zeitlich einzuschränken ist (siehe Beitrag 7 von Leerkamp et al. in diesem Band). Auch wäre in diesem Sinne abzuwägen, inwieweit es dienlich sein kann,

plattformbasierte Mitfahrdienste auf ausgewiesenen Bus- und Taxispuren zuzulassen. Dies kann im Zuge der Übergangsphase zwar einen Anreiz darstellen, Mobilitätsdienste anstatt Privatfahrzeuge zu nutzen, je nach Straßenraum kann dies allerdings auch zu einer Behinderung des ÖPNV und der Querungsmöglichkeiten von Fuß- und Radfahrenden beitragen.

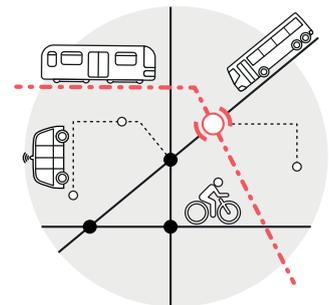
**Tabelle 1:** Bewertungen integrieren: Einsatzgebiete, Modi und zulässige Geschwindigkeiten

Räumlich differenzierte Betrachtung	
<b>Städtischer Raum</b>	In Räumen hoher Dichte wird es bedeutsam sein, das bestehende ÖPNV-Angebot zu priorisieren und es lediglich in ausgewählten Randgebieten und Randzeiten durch automatisierte Bedarfsbusse zu ergänzen.
<b>Suburbaner Raum</b>	In suburbanen Achsenzwischenräumen könnten selbstfahrende und flexibel eingesetzte Angebotsformen dazu dienen, die Feinerschließung in der Fläche zu decken und eine Alternative zum Automobil zu schaffen (Mitteregger et al. 2020). Die Möglichkeiten, Wegstrecken räumlich und zeitlich zu bündeln, fallen höher aus als in ländlichen Räumen.
<b>Ländlicher Raum</b>	Da sich die Verkehrswege in Siedlungsräumen geringer Dichte räumlich und zeitlich divers gestalten, stellen flexible Bedienformen automatisierter Shuttle eine Chance dar, bestehende Lücken im ÖPNV-Netz zu schließen und die öffentliche Anbindung zu sichern (Jürgens 2020).

Quelle: eigene Darstellung

## 3.2 STATIONSNETZE ERWEITERN: AUSBAU UM HALTEZONEN UND SAMMELPUNKTE

Angesichts steigender Mobilitätsoptionen sind Städte angehalten, unterschiedliche Angebotsformen aufeinander abzustimmen und dezidierte Sammelpunkte als Teil einer strategischen Netzplanung zu berücksichtigen. Hierbei ist zwischen einer klassischen Netzbildung für den ÖPNV, wonach einzelne Linien zu einem meist hierarchischen Streckennetz integriert werden, und einer homogenen Netzabdeckung flexibler (bedarfsorientierter) Bedienformen zu differenzieren (Schnieder 2018). Letztere zeichnet sich durch die Zielsetzung aus, Direktverbindungen zwischen Quell- und Zielorten anzubieten, und erfordert dementsprechend eine kleinteilige Verortung von Sammelpunkten in der Fläche. In einer Modellierungsstudie zu den straßenräumlichen Auswirkungen von flexiblen Sharing-Angeboten wurde ein möglicher Ansatz hierzu erforscht (ITF 2018). Für ein innenstädtisches Gebiet Lissabons, ein wirtschaftliches und gewerbliches Zentrum, wurde ermittelt, dass die Bedarfsabdeckung eine gleichmäßige Verteilung von Haltezonens an Quell- und Zielorten im gesamten Straßennetz erfordern würde. Als Indikator für den verkehrlichen Bedarf wurde das tageszeitliche Stauaufkommen sowie dessen Dauer angenommen (ITF 2018: 70). Im Modell wurden demnach am Anfang und Ende jedes Häuserblocks, zur Mitte von besonders langen Straßenzügen und an Orten hoher Verkehrsnachfrage (z. B. Einkaufszentren, Schulen etc.) Haltezonens als Zu- und Ausstiegsbereiche verortet, um eine möglichst hohe Netzabdeckung zu erzielen (Abb. 2).

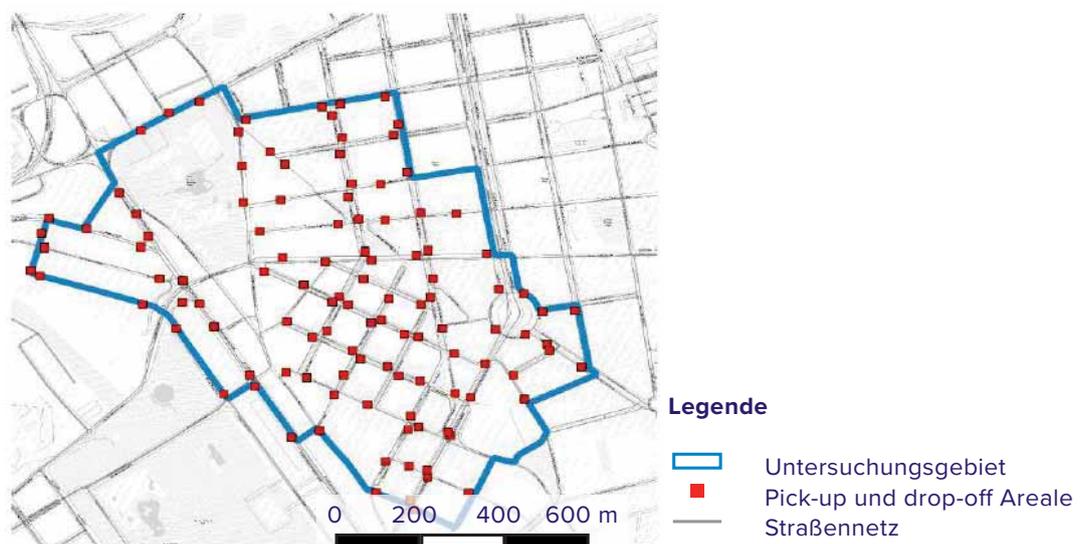


### Integration in bestehende Stationsnetze

Ähnlich den Einsatzgebieten ist auch die Dichte von Sammelpunkten kontextspezifisch zu planen. Dabei sind die jeweiligen Siedlungsstrukturen und Straßentypologien sowie Nutzungsdichten und Verfügbarkeiten des öffentlichen Verkehrsnetzes zu berücksichtigen. In dichten

Siedlungsgebieten mit einem ausgebauten öffentlichen Verkehrsnetz ist neben der Orientierung an Quell- und Zielorten sowie Orten hoher Nachfrage (z. B. Flughäfen, Geschäftsviertel, Einkaufszentren etc.) die Integration in die bestehende Netzhierarchie des ÖPNV ausschlaggebend. Der Haltestellenabstand bestimmt dabei nicht nur die hierarchische Funktionszuweisung im Gesamtverkehrssystem, sondern auch potentielle Nutzungsraten. So erzeugen dichte Stationsnetze, wie beispielsweise das für Lissabon angenommene Netz mit einem Abstand von 100 bis 200 Metern, eine tendenziell höhere Nachfrage. Im Sinne einer Priorisierung umweltverträglicher Mobilitätsformen kann ein Netzkonzept mit vergleichbar geringen Haltestellenentfernungen durchaus kritisch betrachtet werden. In innerstädtischen Lagen könnte dies zu einer Schwächung des ÖPNV und insbesondere der aktiven Mobilität führen, währenddessen es sich in Stadtrandlagen sowie in Gebieten geringer ÖPNV-Abdeckung empfiehlt, Möglichkeiten auszuloten, durch dicht geplante Sammelpunkte Netzlücken zu schließen.

**Abbildung 2:** Standorte von Zu- und Ausstiegspunkten für geteilte Mobilitätsdienste in Lissabon

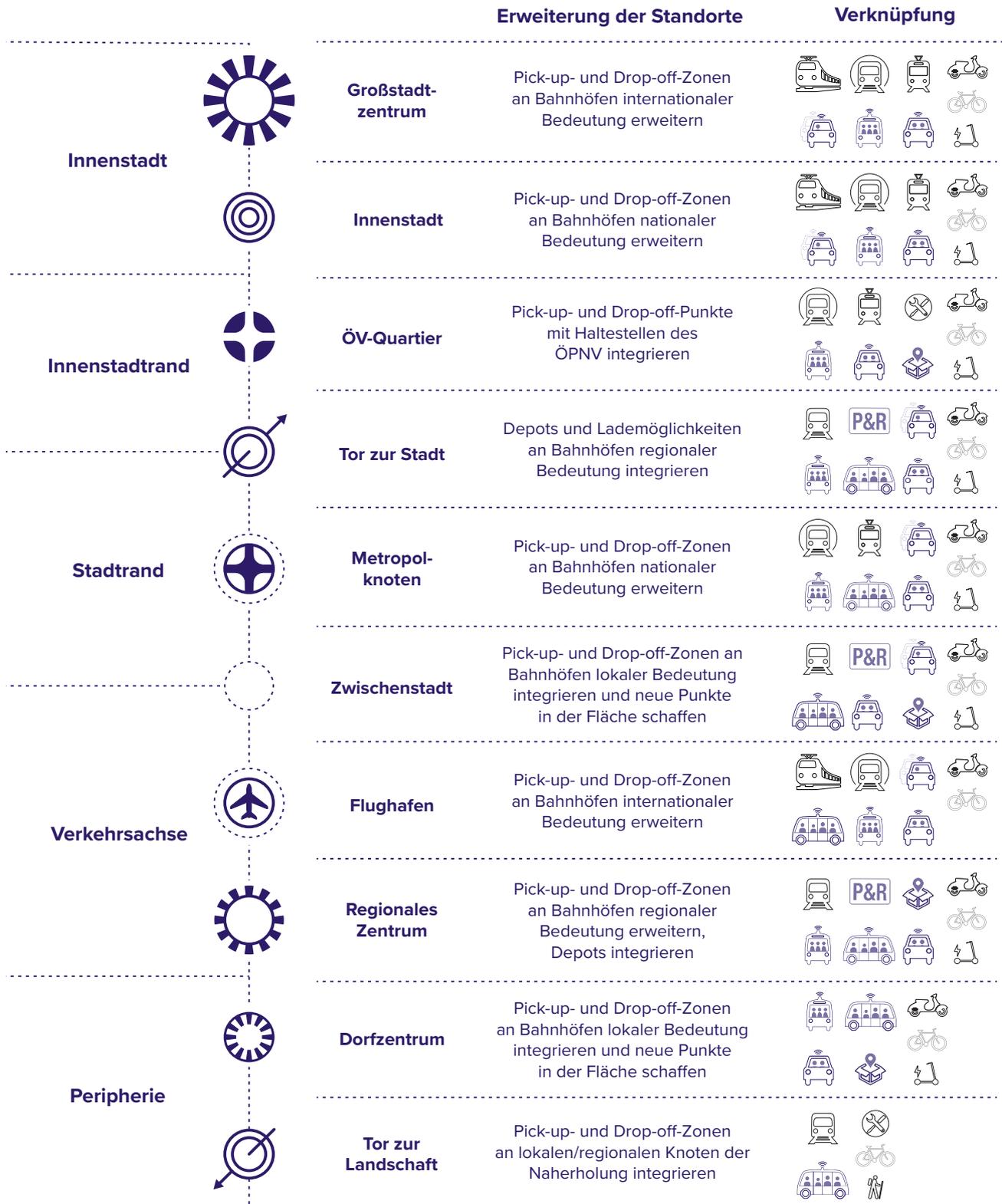


Quelle: ITF (2018: 67)

Dementsprechend sind innerstädtisch in erster Linie vorhandene Stationsnetze um Haltezone für neue Mobilitätsdienste zu erweitern. Diese bestehen in der Regel aus höherrangigen Stationen (Bahnhöfe und U-/S-Bahn-Stationen), mittleren und kleineren Knoten (Straßenbahnstationen und Linienkreuzungen) sowie einzelnen Haltestellen. An diesen Orten entstehen unterschiedliche Schnittstellen, die städtebaulich wie siedlungsstrukturell zu integrieren sind und gestalterisch ganz grundlegend verschieden sein können (Abb. 3). Im Gegensatz zur Entwicklung des Schienenverkehrs im 19. Jahrhundert und der Errichtung von Bahnhöfen entsteht dadurch weniger ein neuer „Typus“ an Infrastrukturgebäuden als vielmehr die Notwendigkeit, die Vielfalt unterschiedlicher Mobilitätsangebote räumlich wie digital miteinander zu verknüpfen. Dennoch ist nicht auszuschließen, dass Orte wie Parkgaragen, die bisher eine geringe Aufmerksamkeit erhielten, durch Nutzungsanreicherungen zu neuen Knotenpunkten transformiert werden.

Die Flächenerfordernisse für Haltezone und Sammelpunkte automatisierter Angebotsformen können je nach Nutzungsform und Nachfrage drastisch variieren. So ergab etwa eine Studie für Schweizer Regionalbahnhöfe, dass die erforderlichen Haltezone für automatisierte Bussysteme flächenmäßig wesentlich geringer ausfallen, als wenn sich automatisierte Privatfahrzeuge oder Car-Sharing als Zubringer durchsetzen würden (Sinner et al. 2018). Dies ist einerseits auf die geringere Anzahl an Fahrzeugen zurückzuführen, die ein automatisiertes Bussystem er-

**Abbildung 3:** Integration von räumlichen Schnittstellen an unterschiedlichen Stationstypen, die nach Verkehrsraumtypen kategorisiert sind



Quelle: eigene Darstellung nach Ram et al. (2013: 100) und Matthes/Gertz (2014: 61)

fordern würde, und andererseits auf die Möglichkeit, dass aufgrund von planmäßigen An- und Abfahrtszeiten Haltezeiten dem tatsächlichen Bedarf entsprechend dimensioniert werden können (ebd.). Indessen zeichnet das Ausmaß an Halte- und Parkflächen, das für ein auf automatisiertem Car-Sharing basiertes System ermittelt wurde, ein kaum nachhaltiges Zukunftsbild. Die enormen Flächenerfordernisse würden nicht zuletzt die räumlichen Möglichkeiten einschränken, höherrangige Knotenpunkte als fußläufig erreichbare Zentren aufzuwerten.

### Netzerweiterung durch automatisierte Angebotsformen

In suburbanen und ländlich-peripheren Gebieten, die aufgrund einer geringen Netzabdeckung häufig schwer erreichbar sind, ermöglichen automatisierte Angebotsformen die Erweiterung bestehender Stationsnetze. Dabei gilt es, bei der Routen- und Netzplanung bestehende Zentrenstrukturen besonders zu berücksichtigen. Anstatt alte Ortskerne zugunsten der Effizienz zu umfahren, kann ein ausgewogenes Verhältnis zwischen einer Bedienung und der Vermeidung von verkehrlichen Trennwirkungen zu einer Stabilisierung und Aufwertung bestehender Strukturen beitragen (vgl. Angéllil et al. 2012). Aufgrund der vielerorts zeitlich stark schwankenden Mobilitätsnachfrage ist allerdings zu prüfen, inwiefern bestimmte Streckenabschnitte tageszeitabhängig zu bedienen und Anfahrtspunkte dynamisch bereitzustellen sind. Beispielsweise können dezidierte Sammelpunkte vor allem untertags angefahren werden, um die Fahrtenbündelung zu erleichtern, während zu Tagesrandzeiten ein komfortabler Tür-zu-Tür-Betrieb angeboten wird. Überall dort, wo das öffentliche Verkehrsnetz durch automatisiert betriebene, bedarfsgerechte Shuttlebusse oder ausgedehnte Betriebszeiten erweitert wird, ist auch das sichere Zu- und Aussteigen sowie das komfortable Umsteigen auf ein Fahrrad oder Pedelec zu gewährleisten. Ein integriertes Mobilitätsmanagement und Kooperationen der öffentlichen Hand mit privaten Mobilitätsdienstleistern sind wesentliche Voraussetzungen hierfür.

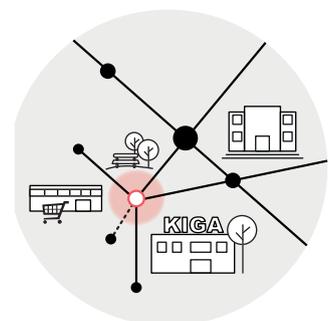
**Tabelle 2:** Stationsnetze erweitern: Ausbau um Haltezeiten und Sammelpunkte

Räumlich differenzierte Betrachtung	
<b>Städtischer Raum</b>	In dichten Siedlungsgebieten sind Haltezeiten für automatisierte Angebotsformen in das bestehende Stationsnetz des ÖPNV zu integrieren und neue Sammelpunkte nur im Bedarfsfall zu ergänzen.
<b>Suburbaner Raum</b>	Die oftmals unzureichende Erschließung suburbaner Gebiete erfordert eine attraktive Nachverdichtung des Stationsnetzes in der Fläche. Mit automatisierten Nachbarschaftsbussen können Achsenzwischenräume tangential und auf einem feinmaschigen Stationsnetz basierend bedient werden.
<b>Ländlicher Raum</b>	In ländlich-peripheren Räumen sind besonders entlegene Siedlungsräume durch bedarfsorientierte Angebotsformen zu erschließen. Für eine attraktive Gestaltung von automatisierten Angebotsformen sind Halte- und Sammelpunkte wohnortnah zu planen.

Quelle: eigene Darstellung

## 3.3 ZENTRALITÄTEN STÄRKEN: VERKNÜPFUNG VON NUTZUNGEN, WEGEN UND ZIELEN

Im Sinne einer „Stadt und Region der kurzen Wege“ (Beckmann et al. 2011: 63) sind auch Stationsnetze automatisierter Angebotsformen mit der Entwicklung durchmischter Zentren integriert zu planen. Insbesondere nachdem das automatisierte Fahren das Risiko birgt, aufgrund genannter Komfortvorteile den Flächenverbrauch durch Zersiedlungstendenzen zu begünstigen. Risiken des indu-



zierten Verkehrs (z. B. aufgrund von Mobilitätsverlagerungen oder neu akquirierter Nutzergruppen) gilt es durch Strategien der Verkehrsvermeidung gegenzusteuern (Hörl et al. 2019). Ähnlich dem Ausbau von S-Bahn-Strecken, der in der Vergangenheit oftmals für die Innenentwicklung stationsnaher Gebiete impulsgebend war (ARE 2004, Weidmann et al. 2011), ist auch in Anbetracht automatisierter Mobilitätsnetze zu berücksichtigen, inwiefern neu erschlossene Strukturen funktional angereichert und als Zentren entwickelt werden können. Die funktionale Verdichtung im Umkreis von Verkehrsknoten kann dabei zu einer Aufwertung des Standortes beitragen und einen Anreiz für den Zugriff auf Sharing-Angebote liefern. Auf der Maßstabsebene des Quartiers oder Ortsteils ist zu berücksichtigen, inwiefern auch eine quartierstrennende Wirkung von Infrastrukturen abgeschwächt und neue räumliche Verbindungen hergestellt werden können. Besonders in suburbanen und ländlich-peripheren Gebieten, jenen Räumen, in denen die größten Erreichbarkeitsgewinne durch die automatisierte Mobilität erwartet werden, ist anzudenken, dass durch die Planung von Mobilitätsknoten an den Schnittstellen von Siedlungsräumen ein Impuls für die Siedlungsentwicklung gesetzt werden kann (vgl. Kretz/Kueng 2016, Bruck 2019).

Die Entwicklung von Zentralitäten gewinnt auch im Hinblick auf ein attraktives Umsteigen und die Akzeptanz intermodaler Wege an Bedeutung. Hierzu ist neben kurzen Fußwegen besonders die Anlagerung von Alltagsnutzungen im Umkreis von Mobilitätsknoten zu berücksichtigen. Lassen sich Wegzwecke, beispielsweise die Besorgung von Lebensmitteln und der Arbeitsweg, unkompliziert miteinander kombinieren, entstehen einerseits Zeitersparnisse, andererseits wird die Bedeutung des Ortes in den alltäglichen Netzwerken von Personen begünstigt (Kretz/Kueng 2016: 46).

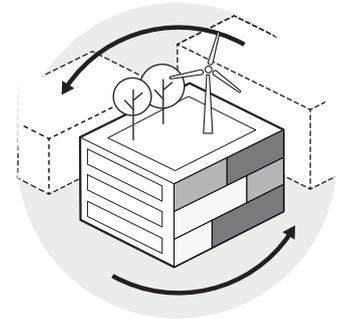
Durch die Integration einer Vielfalt unterschiedlicher Nutzungen kann ein Mobilitätsknotenpunkt zu unterschiedlichen Tageszeiten belebt und erlebbar gemacht werden (vgl. ebd.). Möglichkeiten für Synergien entstehen zudem aufgrund des fortschreitenden Trends, mittels digitaler Vernetzung städtische Funktionsräume und Prozesse dezentral auszulagern. So gewinnt beispielsweise die Einrichtung von Co-Working-Spaces sowie hybriden Büro- und Dienstleistungsangeboten im Kontext einer polyzentrischen Dezentralisierung und zunehmend flexibler Lebensstile an Bedeutung, die vor dem Hintergrund der automatisierten Mobilität auch als Teil einer integrierten Planung von neuen Stationsnetzen, lebendigen Zentren und starken Siedlungsrändern zu berücksichtigen sind.

**Tabelle 3:** Zentralitäten stärken: Verknüpfung von Nutzungen, Wegen und Zielen

<b>Räumlich differenzierte Betrachtung</b>	
<b>Städtischer Raum</b>	In der Regel weisen Räume hoher Siedlungsdichte bereits eine Vielzahl an Zentralitäten auf. So kann es innerstädtisch vielmehr notwendig sein, durch die Verlagerung von Sammelpunkten bestehende Zentren zu entlasten oder effektiver miteinander zu verknüpfen.
<b>Suburbaner Raum</b>	In suburbanen Räumen können durch das Freiwerden von Parkplatzflächen (siehe Beitrag 15 von Mitteregger und Soteropoulos in diesem Band) Möglichkeitsräume entstehen, um die an Mobilitätsknoten angrenzenden Gebiete funktional zu durchmischen, nachzuverdichten und durch Freiräume aufzuwerten.
<b>Ländlicher Raum</b>	Neben der Herausforderung trennender Distanzen sind ländliche Räume oftmals von einem Trend der Abwanderungs- und des Leerstands geprägt. Auch hier kann die gezielte Aufwertung von Mobilitätsknoten einen wichtigen Impuls für kleinräumige Zentren liefern.

Quelle: eigene Darstellung

### 3.4 ADAPTIVITÄT SICHERN: OFFENHEIT FÜR ZUKÜNFTIGEN NUTZUNGSWANDEL



Angesichts der Unbestimmbarkeit der Entwicklungsrichtung sowie der Folgen des automatisierten Fahrens drängt sich das planerische Prinzip der Adaptivität auf. Gemeint ist eine unverbaute Offenheit für Kommendes ebenso wie für die Veränderbarkeit von urbanen Räumen und deren Nutzungsweisen (Taut 1977, Kretz/Kueng 2016). Da derzeit nicht festzumachen ist, welche Szenarien und welche Angebotsformen der automatisierten Mobilität sich durchsetzen werden, besteht die Herausforderung, für unterschiedliche Zukünfte zu planen.

Mit Blick auf räumliche Schnittstellen künftiger Mobilitätsnetze bedeutet dies, dass eine hohe Anpassungsfähigkeit oder gar Rückbaubarkeit von Mobilitätsinfrastrukturen, öffentlichen Räumen und baulichen Strukturen zu gewährleisten ist. So ist etwa dafür Sorge zu tragen, dass heutige Park-and-Ride-Anlagen oder Hochgaragen künftig für andere Zwecke umgenutzt werden können. Für den Fall, dass ein weitgehender Mobilitätsumstieg auf Mitfahrdienste und den Umweltverbund einen Rückgang des Parkraumbedarfs zur Folge hätte, könnten darin Ladestationen für elektrische Flotten oder dezentrale Logistikzentren eingerichtet werden (vgl. Lewis/Anderson 2020: 104; Bienzeisler et al. 2019) – auch da lokale Verteilungszentren eine wichtige Voraussetzung für eine Warenzustellung mittels umweltverträglicher Mobilitätsformen auf der letzten Meile darstellen (González-González et al. 2020). Langfristig könnten aufgrund gänzlich neuer Funktionen allerdings auch Flächenanforderungen entstehen, die aus heutiger Sicht nicht zu antizipieren sind. Dazu bedarf es Flächenreserven im Stationsumfeld und der Sicherstellung von Spielräumen für künftige Nutzungsanforderungen und Verdichtungsprozesse.

Auf kleinräumiger Ebene des öffentlichen Raums kann eine bauliche und nutzungsbedingte Anpassungsfähigkeit durch eine modulare Gestaltung oder tageszeitabhängige Verordnungen geregelt werden. Indem vermieden wird, öffentliche Räume gestalterisch zu überdeterminieren, kann ein Rahmen für Aneignungen geboten werden und ein Wechselspiel zwischen permanenten und temporären Aktivitäten entstehen. So kann beispielsweise ein Straßenraum zu bestimmten Tageszeiten und bei entsprechendem Fahrverbot als räumliche Erweiterung eines

**Tabelle 4:** Adaptivität sichern: Offen für zukünftigen Nutzungswandel

<b>Räumlich differenzierte Betrachtung</b>	
<b>Städtischer Raum</b>	Die anpassungsfähige und offene Gestaltung öffentlicher Räume spielt vor dem Hintergrund eines hohen Nutzungsdrucks und einer geringen Flächenverfügbarkeit in innerstädtischen Gebieten eine besondere Rolle. Der Vielfalt unterschiedlicher Anforderungen kann nur durch eine möglichst geringe funktionale Festlegung Rechnung getragen werden.
<b>Suburbaner Raum</b>	Im Bewusstsein um den enormen Ressourcenverbrauch suburbaner Gebiete gilt es, der Anpassungsfähigkeit und Umnutzbarkeit von Strukturen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Dazu zählt beispielsweise die künftige Transformation von Park-and-Ride-Anlagen, weitläufigen Parkplatzflächen oder ehemaligen Bahnanlagen.
<b>Ländlicher Raum</b>	In ländlichen Räumen besteht das Potential der baulichen, funktionalen und landschaftlichen Reaktivierung. So können leerstehende Strukturen durch verbesserte Erreichbarkeiten und Umnutzungen wiederbelebt und als Teil von Kulturlandschaften erfahrbar gemacht werden.

Quelle: eigene Darstellung

Schulhofs dienen oder an bestimmten Wochentagen für Märkte und kulturelle Veranstaltungen nutzbar gemacht werden (Bendiks/Degros 2019). Werden zudem Möglichkeiten der digitalen Vernetzung mit der räumlichen Gestaltung integriert, könnten beispielsweise Haltezonen dynamisch und bedarfsabgestimmt verfügbar gemacht und Fahrzeuge davon digital in Kenntnis gesetzt werden, was eine flexible Routenführung zu Tagesrandzeiten oder eine alternative Flächennutzung zu Schwachlastzeiten erleichtern könnte.

## 4. KLEINRÄUMIGE GESTALTUNG MULTIMODALER ÖFFENTLICHER RÄUME

Veränderungen im öffentlichen Raum erfordern neben strategischen Rahmenbedingungen auch die Festlegung von klaren Gestaltungsansätzen und Zielen. Der begonnene Wandel im Mobilitätswesen schafft einen Anlass, die aktuelle Nutzungsverteilung des öffentlichen Raums im Sinne einer nachhaltigen Mobilität neu zu denken. Anstatt den Stadtraum der technologischen Eignung automatisierter Fahrzeuge anzupassen, wie es beispielsweise hinsichtlich der Bereitstellung von einheitlichen Fahrbahnmarkierungen oder Sensoren diskutiert wird, können Kommunen durch räumliche Anforderungen und Zielsetzungen die Entwicklung der Technologie mitbeeinflussen. In Folge werden Verkehrsanlagen, Freiräume und die umliegende Bebauung als integrale Elemente des öffentlichen Raums verstanden, um sowohl Wirkungsweisen als auch Handlungsansätze für den Einsatz automatisierter Angebotsformen integriert zu betrachten.

Zeitnah betreffen die raumprägendsten Veränderungen vor allem die Organisation des kurzfristigen Haltens und der Umstiegsmöglichkeiten im öffentlichen Raum – zunächst, da anzunehmen ist, dass der bereits heute steigende Bedarf nach Zu- und Ausstiegsmöglichkeiten mit der Einführung einer automatisierten Tür-zu-Tür-Mobilität weiter steigen wird. Zudem ist es besonders aus kommunaler Sicht bedeutsam, dass automatisierte Mobilitätsdienste vor allem dann einen Beitrag zur Sicherung des öffentlichen Verkehrsnetzes leisten können, wenn durch den Einsatz von Zubringerdiensten die Gesamtreisezeit des ÖPNV reduziert wird (Sinner/Weidmann 2019). Dabei ist die Qualität der Anschlusssicherung nicht nur für die Effizienzsteigerung des Systems elementar, sondern auch, um das Umsteigen für NutzerInnen zu attraktivieren (verkehrsplus 2015).

Da davon auszugehen ist, dass sich die Mobilitätsoptionen aufgrund neuer Technologien und Geschäftsmodelle weiter vervielfältigen, empfiehlt es sich, künftig zwischen unterschiedlichen Formen des temporären Haltens zu differenzieren und Flächen entsprechend zu priorisieren. Eine monomodale Ausrichtung von Straßenzügen und öffentlichen Räumen erscheint vor diesem Hintergrund nicht zeitgemäß, weshalb es an den Kommunen und Planungsämtern liegt, den Wandel vom langfristigen Parken hin zu vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten und flexibler Flächenzuweisung einzuläuten.

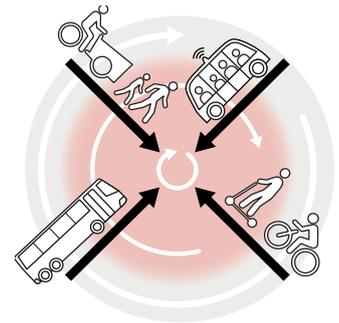
In Anbetracht des steigenden Nutzungsdrucks werden unterschiedliche Steuerungsweisen diskutiert, um speziell das temporäre Halten im öffentlichen Raum zu regeln. Dabei werden Preisstrategien immer wieder als naheliegende Maßnahme genannt, um unterschiedliche Zwecke zu priorisieren und zeitlich einzuschränken (ITF 2018, NACTO 2019, Marsden et al. 2020). Dies wirft die grundlegende Frage nach der Verwertbarkeit des öffentlichen Raums auf: Das betrifft einerseits den Aspekt, wer zu welchem Zweck Gebühren verlangen darf (vgl. Marsden et al.

2020: 8), andererseits muss ganz grundsätzlich hinterfragt werden, welche Nutzergruppen von einer straßenräumlichen Veränderung in welchem Ausmaß profitieren. So könnte beispielsweise die reine Umnutzung von straßengebundenen Stellplätzen als Haltezonen zur Folge haben, dass die öffentliche Hand an bedeutsamen Einkünften verlieren würde, währenddessen private Mobilitätsdienstleister von einem kostenfreien Zugriff überdurchschnittlich profitieren (ebd., Mitteregger et al. 2019).

Nachstehend wird in allererster Linie auf gestalterische Maßnahmen eingegangen, die nebst fiskalischen Instrumenten einen wesentlichen Handlungsspielraum für Kommunen und Städte darstellen, öffentliche Räume gleichermaßen zu regulieren und für ganz unterschiedliche Aktivitäten nutzbar zu machen. Dabei werden Betrachtungen zur Qualifizierung räumlicher Schnittstellen vorgestellt, womit jene Orte gemeint sind, an denen unterschiedliche Modi miteinander verknüpft werden, in denen die Raumansprüche neuer Mobilitätsdienste sichtbar werden und die als räumliche Schwellen die Zugänglichkeit umliegender Nachbarschaften beeinflussen.

#### 4.1 MULTIMODALE ÖFFENTLICHE RÄUME: ENTFLECHUNG UND BÜNDELUNG VON MODI

Die Vervielfältigung von Mobilitätsangeboten im Straßenraum stellt die Planung vor die bekannte Herausforderung, Sicherheitsansprüche mit jenen der Aufenthaltsqualität und der ökologischen Nachhaltigkeit (Grünräume, Beschattung, Entsiegelung) zu vereinbaren. Dies als kommunale Gestaltungsaufgabe zu begreifen, gewinnt angesichts einer fortschreitenden Digitalisierung und Automatisierung im Mobilitätswesen an Dringlichkeit: zum einen, da die Fahrzeugautomatisierung auf Basis der bestehenden Straßenverkehrsordnung ebenso wie der vorherrschenden Kultur im Straßenverkehr entwickelt wird. Dadurch werden teils tradierte Verhaltensregeln, wie der Vorrang von Modi, die gemeinhin akzeptierten Geschwindigkeiten oder auch die individuelle Fahrzeugnutzung, in künftige Systeme eingeschrieben und durch diese reproduziert. Zum anderen haben Kommunen einen direkten Einfluss auf die Stadtgestalt, wodurch sie auf der Ebene des Straßenraums mittels räumlicher Maßnahmen Geschwindigkeiten, Verkehrsflüsse und Richtungen steuern können (NACTO 2019). Im Sinne multimodaler öffentlicher Räume steht allen voran die Gewährleistung einer sicheren Koexistenz unterschiedlicher Modi. Straßenräume, die bislang durch parkende Autos geprägt waren, sind zugunsten von Fuß- und Radwegen sowie Grünräumen umzunutzen und durch designierte Haltezonen für kurzfristiges Halten auszubauen.



Je nach Straßentypologie und Umfeldnutzungen kann die Errichtung von Haltezonen unterschiedlichen Zwecken dienen (z. B. ÖV-Haltestellen, Zu- und Ausstiege von Mobilitätsdiensten und Privatfahrzeugen, Ware Zustellung etc.) und die Gestaltung entsprechend variieren. Die Abstimmung mit den umliegenden Nutzungen ist insbesondere dahingehend erforderlich, als diese unterschiedliche, oftmals tageszeitabhängige Anforderungen an den öffentlichen Raum stellen. Bei der Planung von Standorten und tageszeitabhängigen Regelungen sind demnach neben dem Mobilitätsbedarf besonders die lokalen Aktivitätsspitzen, wie der Schulbeginn am Morgen, zu berücksichtigen. Im Fall von schmalen Straßenbreiten und verkehrsberuhigten Räumen, wie sogenannten „shared spaces“ oder Begegnungszonen, kann das Halten zum Zweck von Ein- und Ausstieg auf der Fahrspur selbst zulässig sein.

Zwar zeigen Studien, dass dies den Verkehrsfluss behindern kann und längere Reisezeiten für automatisierte Mobilitätsdienste zur Folge hätte, allerdings kann sich die geringere Attraktivität

tät des motorisierten Verkehrs zugunsten der aktiven Mobilität auswirken (Elvarsson 2017, ITF 2018). Alternativ sind Haltezonen am Straßenrand zu verorten und durch eine Fahrbahnmarkierung oder einen eigenen Bodenbelag zu kennzeichnen. Die Ausweisung fördert die räumliche Bündelung von kurzfristigen Haltevorgängen sowie eine sichere Interaktion mit dem Fuß- und Radverkehr. Im Fall größerer Straßenquerschnitte können auch eigene Haltebuchten errichtet werden, wodurch die Abfahrt von der Fahrbahn erforderlich und der Verkehrsfluss am geringsten beeinträchtigt wäre (ITF 2018: 70). Unter Berücksichtigung des Nutzungsumfelds können Haltebuchten als Teil von Multifunktionsbändern am Straßenrand geplant werden, was die Anbindung an das Fuß- und Radwegenetz sowie die Integration ergänzender Mobilitätsinfrastruktur, von Grünflächen und Aufenthaltsräumen ermöglicht.

Weiters ist bei der Planung von Haltezonen insbesondere auf das bestehende Stationsnetz des ÖPNV zu achten. Um den intermodalen Umstieg und Zugriff auf andere Modi möglichst niederschwellig zu gestalten, bedarf es einer effizienten Flächenanordnung und möglichst kurzen Wegen zwischen Haltezonen automatisierter Mobilitätsdienste, dem ÖPNV und Angeboten der Mikromobilität (z. B. E-Scootern, Lastenrädern etc.). Hierzu sind eine Reihe funktionaler Anforderungen zu berücksichtigen (verkehrplus 2015):

- einfache Orientierung,
- Übersichtlichkeit,
- logische Abfolge der Einrichtungen wie zum Beispiel Ticketautomaten, Wartebereiche und Informationsmöglichkeiten
- mehrere Linien nutzen dieselben Haltestellen oder Haltezonen,
- mehrere Anbieter nutzen dieselben Haltestellen oder Haltezonen,
- Umsteigepunkte liegen knapp beieinander.

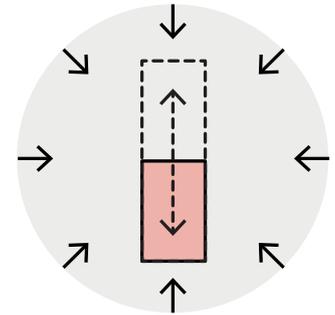
**Tabelle 5:** Multimodale öffentliche Räume: Entflechtung und Bündelung von Modi

<b>Räumlich differenzierte Betrachtung</b>	
<b>Städtischer Raum</b>	In dichten Siedlungsgebieten ist der Druck auf öffentliche Räume am höchsten. Hier gilt es, straßengebundene Stellplätze durch Haltezonen, Räume der Interaktion sowie Grünflächen zu ersetzen. Die unterschiedlichen Nutzungsansprüche sind mit dem Umfeld resp. den Aktivitäten abzustimmen und Haltezonen bevorzugt an bestehenden Stationen des ÖPNV zu integrieren.
<b>Suburbaner Raum</b>	In suburbanen Gebieten ist bei der Planung von Haltezonen für automatisierte Mobilitätsdienste auch der Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur zu berücksichtigen. Beide Verkehrsmittel können eine wichtige Zubringerfunktion für den höherrangigen ÖPNV erfüllen und erfordern entsprechende Infrastrukturvorkehrungen und Sichtbarkeit.
<b>Ländlicher Raum</b>	In ländlichen Räumen ist bei der Einrichtung von Haltepunkten für automatisierte Mobilitätsdienste zu berücksichtigen, dass diese als Teil von zusammenhängenden Fuß- und Radwegen geplant werden und als prägnanter Aufenthaltsort sichtbar gemacht werden.

Quelle: eigene Darstellung

## 4.2 FLEXIBLE FLÄCHENDIMENSIONIERUNG: BEDARFSABGESTIMMT ODER TAGESZEITABHÄNGIG

Für die Ermittlung eines angemessenen Flächenausmaßes von Haltezonen ist eine Bedarfsmodellierung erforderlich. Diese kann beispielsweise auf Basis von Aktivitätsmustern, d. h. den Verkehrserzeugungsraten umliegender Nutzungen und dem erwarteten Mobilitätsverhalten im Verhältnis zu strukturellen Parametern (z. B. Einwohner- und Beschäftigungsdichte, Erreichbarkeit des ÖPNV, Modal Split etc.) des jeweiligen Einzugsgebiets bestimmt werden (Schwartz 2017, Bruns et al. 2018). Allerdings ist anzunehmen, dass die Fahrzeugautomatisierung zu einer Mobilisierung bisher mobilitätseingeschränkter Personengruppen beitragen wird und dadurch einen latenten Anstieg des Verkehrsaufkommens verursachen kann. Grundannahmen, wie die, dass eine Haltefläche pro Stunde bis zu 80 Zu- und Ausstiege bedienen kann, wenn von einer durchschnittlichen Zu- und Ausstiegsdauer von 45 Sekunden ausgegangen wird (ITF 2018: 66), sind durch lokale Bedarfserhebungen zu verifizieren und anzupassen. Auch kann die Flächen-dimensionierung je nach Verortung entlang eines Straßenzuges unterschiedlich behandelt werden. Im Fall von Haltebuchten sind beispielsweise ergänzende Flächen für die Zu- und Einfahrt zu berücksichtigen, die allerdings bei einer flächenschonenden Verortung vor oder nach Kreuzungsräumen geringer ausfallen (Fehr & Peers 2019: 19).



Wie Studien zu den Parkraumanforderungen automatisierter Angebotsformen zeigen konnten, sind neben Haltezonen für das Zu- und Aussteigen auch Flächenerfordernisse für kürzere Wartezeiten zwischen einzelnen Fahrten zu berücksichtigen (Kondor et al. 2020: 17). Besonders wenn ein erhöhtes Ausmaß an Leerfahrten vermieden werden soll, können diese einen ausschlaggebenden Anteil des künftigen Parkraumbedarfs automatisierter Flotten ausmachen (ebd.). Zu berücksichtigen ist, dass das erforderliche Flächenausmaß je nach Siedlungs- und Nachfragedichte und maximaler Wartezeit für Fahrgäste ansteigen kann, da auch die Anzahl zeitgleich wartender Fahrzeuge zunehmen könnte. Dafür ist unter anderem die Standortdichte von Haltezonen sowie das Einzugsgebiet von Mobilitätsflotten ausschlaggebend (ebd.). Beide Faktoren können durch unterschiedliche Maßnahmen der öffentlichen Hand, wie durch die Festlegung von Bedienungsgebieten, Nutzungsgebühren oder einer maximalen Anzahl an nutzbaren Stellplatzflächen, gesteuert werden.

Darüber hinaus ist auch zu berücksichtigen, dass der Flächenbedarf je nach Tageszeit und Netzwerkkapazität variieren kann. Bei entsprechender Datengrundlage und Echtzeiterhebung könnten Haltezonen künftig dynamisch ausgewiesen und die Nutzung des öffentlichen Raums außerhalb von Stoßzeiten dem Aufenthalt und der aktiven Mobilität gewidmet werden. Davon würden besonders Orte hoher Nutzungsdichte profitieren, wie zum Beispiel Schulen, Bürobauten oder Kulturstätten, in deren Umkreis temporäre Erweiterungsflächen zum Zeitpunkt von Aktivitätsspitzen Abhilfe leisten können (Fehr & Peers 2019). Auch Halteflächen für Lieferverkehre, mobile Dienste oder die Außengastronomie (Food Trucks) können auf dezidierte Tages- und Nachtzeiten beschränkt werden, um benötigte Flächen möglichst ressourcenschonend zur Verfügung zu stellen (NACTO 2019: 120). Dabei kann der Zugriff auf Haltezonen durch Nutzungsgebühren geregelt werden, die je nach Nachfrage, Nutzungsart und Besetzungsraten sowie Antriebsart variabel gestaltet werden können.

Zu guter Letzt hängt der potentielle Rückgewinn öffentlicher Räume von der Priorisierung der Flächenansprüche ab. Städte und Kommunen haben zu klären, welchen Mobilitätsarten und Nutzungsgruppen künftig Vorrang gewährt wird und inwieweit neben ÖPNV-Haltestellen auch das ungehinderte Halten von Krankentransporten oder Fahrtendiensten für mobilitätseingeschränkte Personen Vorrang erhält. Hinsichtlich einer flächendeckenden Umnutzung von Stellplätzen wird

nicht zuletzt die öffentliche Akzeptanz entscheidend sein. Künftige Planungsprozesse haben dahingehend besonders die Aushandlung von Nutzungsansprüchen zwischen öffentlichen und privaten Mobilitätsanbietern, Anrainern und lokalen Gewerbetreibenden zu berücksichtigen.

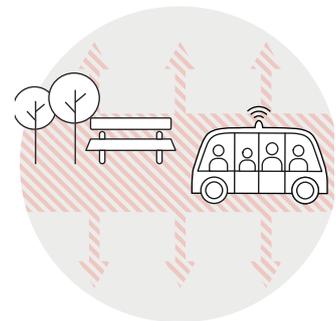
**Tabelle 6:** Flexible Flächendimensionierung: bedarfsabgestimmt oder tageszeitabhängig

<b>Räumlich differenzierte Betrachtung</b>	
<b>Städtischer Raum</b>	Besonders in innerstädtischen Gebieten könnten dynamische Haltezonen, die auf Basis von Echtzeitdaten ausgewiesen werden, an Orten hoher Nutzungsdichte sowie vor/nach Großveranstaltungen als Ergänzung zu statischen Flächen Abhilfe leisten.
<b>Suburbaner Raum</b>	Aufgrund geringerer Nutzungsdichten ist anzunehmen, dass in suburbanen Gebieten die Bereitstellung statischer Haltezonen genügt. Allerdings ist auch in diesen Gebieten eine tageszeitliche Priorisierung mit den jeweiligen Umfeldnutzungen abzustimmen.
<b>Ländlicher Raum</b>	Aufgrund der geringen Dichte ländlicher Räume ist mit geringen Flächenerfordernissen für den Zu- und Ausstieg zu rechnen, weswegen ergänzenden Nutzungen (z.B. Fahrgastinformation, Abstellmöglichkeiten, Paketzustellung etc.) standardmäßig mehr Flächen zugewiesen werden können.

Quelle: eigene Darstellung

### 4.3 SANFTE ÜBERGÄNGE: DURCHLÄSSIG UND ZUM VERWEILEN EINLADEND

In Anbetracht möglicher Flächeninanspruchnahme und räumlicher Trennwirkungen, die das automatisierte Fahren zur Folge haben könnte (siehe Beitrag 5 von Soteropoulos in diesem Band), bedarf es konkreter Gestaltungsansätze, um die Durchlässigkeit und Aufenthaltsqualität von öffentlichen Räumen künftig zu gewährleisten. Die Gestaltung „sanfter Übergänge“ (Gehl 1971: 183), wonach ein situationsangemessenes Verhältnis zwischen Ordnung (im Sinne der Verkehrssicherheit) und Freiheit (im Sinne des unregulierten Aufenthalts und der subjektiven Aneignung) anzustreben ist, stellt eine zentrale Aufgabe der Stadtplanung dar (vgl. Bormann 2014).



Kleinräumig betrifft dies zunächst das Querungsbedürfnis von FußgängerInnen, das im Verhältnis zur Aktivitätsdichte der Nutzungsnachbarschaft – Konzentration von Handel, Gastronomie oder öffentlichen Einrichtungen – steht. Um eine sichere Interaktion mit dem Fuß- oder Radverkehr zu ermöglichen, sind je nach Kontextbedingungen und Lage im Verkehrsnetz möglichst geringe Geschwindigkeiten für den motorisierten Verkehr festzulegen. Zudem können der jeweiligen Straßentypologie entsprechende Maßnahmen, wie schmälere Fahrbahnbreiten, flexible Verkehrsinseln und Mehrzweckstreifen oder unterschiedliche Oberflächenbeläge, dazu beitragen, dass Straßenräume durchquerbar bleiben und Sichräume geschaffen werden (Larco/Tierney 2020, NACTO 2019). Konsequenterweise bedeutet dies für die Gestaltung von Haltezonen oder Haltebuchten, dass auch diese von mehreren Seiten barrierefrei zugänglich zu planen sind. Nicht zuletzt begünstigen flächige Querungsmöglichkeiten im Sinne von „shared spaces“ die Durchlässigkeit eines öffentlichen Raums; sie eignen sich besonders innerörtlich und in Räumen mit hoher Zentrumsqualität, die in der Regel einen überdurchschnittlichen Querungsbedarf aufweisen (Ghielmetti et al. 2017). Weitere Faktoren, die eine Errichtung von „shared spaces“ begünstigen, inkludieren das Vorliegen geringer Straßenquerschnitte und

niedriger Verkehrsmengen. Ist die fußläufige Durchlässigkeit des öffentlichen Raums gewährleistet, kann sich dies auf mehrere Arten positiv auswirken: kürzere Wege für Zufußgehende, erhöhte Fußgängerfrequenz entlang umliegender Erdgeschossnutzungen, höhere Stetigkeit des fahrenden Verkehrs sowie das Ausbleiben negativer Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit (vgl. Ghielmetti et al. 2017: 14).

Um räumliche Schnittstellen nicht auf funktionale Transitorte zu reduzieren, sind diese ebenso als Räume des Aufenthalts und der Interaktion zu verstehen. Hierfür bedarf es neben der räumlichen Zugänglichkeit im Sinne direkter Zu- und Abwege, auch der Ausgestaltung von attraktiven Rastplätzen, an denen Begegnungsmöglichkeiten entstehen können. Folgt man dem Diskurs der IT- und Automobil-Industrie, so dient die digitale Vernetzung und Automatisierung des Mobilitätswesens unter anderem der Einrichtung schnittstellenloser Mobilität („seamless mobility“). Dies beschreibt neben der Integration operativer Prozesse zur Bedienungserleichterung auch ein Zukunftsbild möglichst komfortabler Tür-zu-Tür-Mobilität.

Wird der öffentliche Raum jedoch rein auf ein schnelles Kommen und Gehen ausgerichtet, so würden jene länger andauernden Aktivitäten verschwinden, die wesentlich zur Lebendigkeit des öffentlichen Raums beitragen (Gehl 1971). Sanfte Übergänge meint demnach auch ein Abschwächen der Effizienzlogik und der Entschleunigung, sodass im Umfeld von Haltezone und Sammelpunkten unterschiedliche Aktivitäten zeitgleich stattfinden können: warten, sitzen, ausleihen, buchen, abholen/aufgeben, reparieren, informieren, lernen, austauschen, treffen, erfrischen. Die Haltezone oder der Sammelpunkt dient so nicht nur als Knoten im Verkehrsnetz, sondern auch als ein sozialer Begegnungsraum (Soike et al. 2019).

Inwieweit soziale Ansprüche des Aufenthalts und der Kommunikation berücksichtigt werden, wirkt sich letztlich auf die Lebensqualität im öffentlichen Raum aus (vgl. Weidmann et al. 2011). Im Hinblick auf die mit der Digitalisierung einhergehende Tendenz der Enträumlichung gewinnt dieser Aspekt an Bedeutung. Entgegen mancher Befürchtung, die Lebendigkeit öffentlicher Räume könnte aufgrund des Internet an Stellenwert verlieren, machen es gerade Phasen technologischer Beschleunigung, wie die durch die Covid-19-Pandemie ausgelöste Ausnahmesituation im Frühjahr 2020, deutlich, dass die soziale Interaktion und die Bewegung im gebauten Raum einen elementaren Ausgleich zur Navigation digitaler Sphären darstellt (Banerjee 2001). Damit steigt nicht zuletzt die Bedeutung der Gestaltungsqualität, die bestenfalls zu einem Verweilen, sicheren Spiel und Austausch im Freien einlädt.

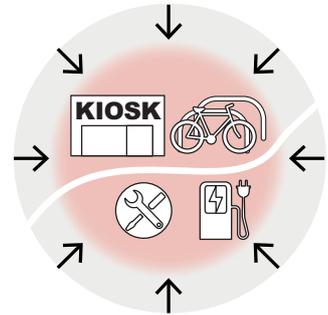
**Tabelle 7:** Sanfte Übergänge: durchlässig und zum Verweilen einladend

<b>Räumlich differenzierte Betrachtung</b>	
<b>Städtischer Raum</b>	In dichten Siedlungsstrukturen kommt der Durchlässigkeit öffentlicher Räume die größte Bedeutung zu. Der Erhalt von nachbarschaftlichen Beziehungen und hoher Aufenthaltsqualität von öffentlichen Räumen ist in Anbetracht einer zunehmenden Mensch-Maschine-Interaktion zu priorisieren.
<b>Suburbaner Raum</b>	Auch in suburbanen Gebieten empfiehlt es sich, öffentliche Räume im Sinne der fußläufigen Querung als „shared spaces“ aufzuwerten. Bei geringen Geschwindigkeiten des automatisierten Fahrens und ebenerdiger Gestaltung kann die Nutzungsvielfalt und Aufenthaltsqualität gefördert werden.
<b>Ländlicher Raum</b>	Besonders in ländlichen Räumen zählt die Gestaltungsqualität von öffentlichen Räumen zu einem Schlüsselement der Ortskernbelebung. Fließende Übergänge zwischen Fahrbahn und umliegenden Nutzungen, straßenbündige Haltezone und integrierte Verweilmöglichkeiten können zu einem Zentrumscharakter wesentlich beitragen.

Quelle: eigene Darstellung

## 4.4 AUSSTATTUNG UND ADRESSBILDUNG: IM WECHSELSPIEL MIT DEM UMFELD

Je nach Standort, Nutzungsansprüchen und Flächenverfügbarkeit sind an räumlichen Schnittstellen unterschiedliche Ausstattungselemente zu integrieren. Dazu können Haltezonen durch eine Reihe von baulichen Elementen ergänzt werden, so etwa durch Sitzgelegenheiten, eine Überdachung, Licht- und Informationssäulen, Abstellplätze für Fahrräder und Scooter sowie Ladesäulen für E-Fahrzeuge. Eine modulare Gestaltung der Ausstattungselemente kann dabei die langfristige Adaptivität begünstigen (Lehmann 2011). Wesentlich ist, dass die Bündelung von Mobilitätsangeboten zu einer Ordnung des ruhenden Verkehrs und einer Verbesserung der Aufenthaltsqualität beitragen kann. Um die öffentliche Sichtbarkeit und die Akzeptanz der Mobilitätsangebote positiv zu beeinflussen, setzen bestehende Konzepte multimodaler Mobilitätspunkte zudem auf eine einheitliche Kennzeichnung durch eine Farbgebung und Beschilderung von Stationen (Schlump et al. 2014: 81, Stadt Wien 2018). Auch im Fall einer Errichtung von dezidierten Haltezonen und Sammelpunkten für automatisierte Angebotsformen wird ebenso auf eine attraktive Ausstattung und Adressbildung zu achten sein, um die öffentliche Wahrnehmung und Nutzerakzeptanz zu fördern.



Für die Bewertung der Angemessenheit und die bauliche Integration von „funktionsunterstützender Infrastruktur“ (Schlump et al. 2014: 10) ist die Abstimmung mit dem direkten Umfeld entscheidend. So sind für eine gezielte Ausstattungswahl angrenzende öffentliche Räume (z. B. Parks, Plätze, Märkte etc.) und die Erdgeschossnutzungen der umliegenden Bebauung (z. B. Wohnen, Bildung, Gewerbe, Tourismus etc.) zu berücksichtigen. Besonders innerorts dienen Fußwege nicht lediglich der aktiven Mobilität oder dem Zustieg auf andere Modi, sondern vermitteln als öffentlicher Raum ebenso zwischen den angrenzenden Erdgeschosszonen. Wie schon Jane Jacobs konstatierte (1961), wird der öffentliche Raum durch die Öffentlichkeit begleitender Nutzungen belebt (z. B. Gewerbe, Serviceeinrichtungen, Gastronomie, Kulturstätten etc.). Dabei kann ein positives Verhältnis von innen und außen sowohl das Sicherheitsgefühl als auch die Aktivitätsvielfalt von öffentlichen Räumen beeinflussen. Bauliche Elemente sind demnach so im öffentlichen Raum zu verorten, dass sie zu dessen Übersichtlichkeit beitragen und die Durchlässigkeit für den Fuß- und Radverkehr fördern (Ghielmetti et al. 2017).

**Tabelle 8:** Ausstattung und Adressbildung: im Wechselspiel mit dem Umfeld

Räumlich differenzierte Betrachtung	
<b>Städtischer Raum</b>	Besonders in innerstädtischen Gebieten besteht die Herausforderung, heterogene Nutzungen im öffentlichen Raum zu integrieren. Die hohe Siedlungsdichte legt nahe, dass Funktionen wie E-Ladesäulen oder Paketstationen in angrenzende Erdgeschosse ausgelagert werden, sodass straßenräumliche Flächen entlastet werden.
<b>Suburbaner Raum</b>	In suburbanen Räumen besteht das Potential, durch die Nutzungsanreicherung von Haltezonen und Sammelpunkten (z. B. Verleihstationen, Nahversorgung etc.) neue Treffpunkte zu schaffen, so diese durch eine räumliche Gestaltung angemessen erfahrbar gemacht werden.
<b>Ländlicher Raum</b>	Auch ländliche Räume können von einer erhöhten Sichtbarkeit von Sammelpunkten profitieren, wobei besonders baukulturelle Akzente als Träger einer lokalen Identität dienen können (Kaltenbach 2013). Diese wirken nicht nur landschaftsbildprägend, sondern können auch touristische Aktivität begünstigen und somit stabilisierend wirken.

Quelle: eigene Darstellung

Im Sinne einer Entlastung öffentlicher Räume ist auch zu prüfen, inwieweit angrenzende Erdgeschosszonen als Bestandteil von Mobilitätspunkten bespielt werden können. Besonders straßenraumorientierte Garagenflächen oder Leerstände würden sich für mobilitätsfördernde Zwecke wie E-Ladestationen, Reparaturwerkstätten oder Verleihdienste anbieten. Ein unmittelbarer Zugang ermöglicht, dass Aktivitäten immer wieder auch in den öffentlichen Raum hinausfließen und ihn bereichern. Öffentliche Räume könnten so von den Flächenanforderungen neuer Mobilitäts- und Lieferkonzepte freigehalten und stattdessen nutzungs offen gestaltet werden.

## 5. RESÜMEE UND AUSBLICK

Auch unter den Vorzeichen des automatisierten Fahrens ist die Lebensqualität öffentlicher Räume das Ergebnis eines Gestaltungsprozesses, in dessen Rahmen die Einsatzbereiche und Ziele neuer Mobilitätskonzepte bestimmt werden (vgl. Weidmann et al. 2011). Die fortschreitende Heterogenisierung der Mobilitätsbedürfnisse und die Dringlichkeit, auf Klima- und Gesundheitskrisen zu reagieren, machen deutlich, dass die angemessene Berücksichtigung teils widersprüchlicher Nutzungsansprüche im öffentlichen Raum eine zentrale Herausforderung für die Stadtplanung darstellt. Die Übergangsphase hin zu einer automatisierten Mobilität verleiht diesem Gestaltungsauftrag zusätzliche Komplexität: einerseits, da der Verlauf der tatsächlichen technologischen Einführung bis auf Weiteres unklar bleibt, und andererseits, da die räumlichen Wirkungen der Übergangsphase (z. B. Veränderungen im Parkraumbedarf) kaum anhand von Szenarien des Mischverkehrs, in denen sich zu Fuß gehende Personen, Fahrradfahrende und (automatisierte) Fahrzeuge den Straßenraum teilen, erforscht worden sind (Zhang/Wang 2020). Dennoch bietet die frühzeitige Auseinandersetzung mit möglichen Wirkungen des automatisierten Fahrens die Chance, Planungsprinzipien und Flächenansprüche, die der aktuellen Entwicklung öffentlicher Räume zugrunde liegen und im Begriff stehen, den künftigen Verlauf der automatisierten Mobilität zu prägen, in Frage zu stellen und neu zu bewerten.

Die hier dargelegten Betrachtungen machen deutlich, dass die Stadtplanung künftig umso mehr gefordert sein wird, die Steuerungsansätze des Verkehrsmanagements mit den Steuerungs- und Gestaltungsansätzen der Stadtentwicklung abzustimmen und deren Wechselwirkungen zu berücksichtigen. Es ist dabei unerlässlich, die Entwicklungen im Mobilitätswesen aus der Perspektive des öffentlichen Raums heraus zu überprüfen, da die Gestaltungsqualität räumlicher Schnittstellen auf Mobilitätsverhalten, Stadtgestalt und Siedlungsentwicklung wirkt – zumal das Ausmaß an räumlicher Veränderung je nach Stadtraum, Dichte, Verkehrsaufkommen und Zugänglichkeit variieren kann (Larco/Tierney 2020). Hierzu bedarf es im Rahmen weiterer Auseinandersetzungen und Forschung einer räumlichen Differenzierung, beispielsweise anhand von Stadtraumtypen und Straßentypologien sowie anhand von konkreten räumlichen Fallbeispielen im städtischen bis ländlichen Raum.

Perspektivisch bedarf es in Anbetracht des automatisierten Fahrens einer strategischen Festlegung von Einsatzgebieten sowie einer räumlich differenzierten Zulassung von Modi und Geschwindigkeiten. Die Stadtplanung hat dahingehend die wesentliche Aufgabe, mögliche Ansätze durch eine Beurteilung der Stadtverträglichkeit und des räumlichen Mehrwerts zu schärfen. Zudem bedarf es einer öffentlichen Auseinandersetzung mit der Frage, wie der Weg hin zu einer flexiblen und temporären Nutzung öffentlicher Räume zu gestalten ist. Inwieweit kann die Bereitstellung von Infrastruktur für geteilte Mobilitätsdienste und künftig automatisierte Verkehre mittels Pilotvorhaben schon heute erprobt werden? Welche Nutzungsarten

sind vor dem Hintergrund einer steigenden Vielfalt an Flächenansprüchen zu priorisieren? Unter welchen Bedingungen kann eine dynamische Nutzungsverteilung von Vorteil sein? Und in welchem Ausmaß kann die Thematik in vorhandene Planungsstrategien und Konzepte integriert werden, sodass mittelfristige Vorhaben mit bestehenden Entwicklungsrichtungen abgeglichen werden? Die kommunale Aufgabe besteht darin, durch die Abstimmung unterschiedlicher Zeithorizonte und durch die Balance von Offenheit und einer gezielten Steuerung öffentliche Räume mit automatisiertem Fahren als vielfältig nutzbare und wandlungsfähige Lebensräume zu stärken.

## LITERATUR

- Angéll, M., K. Christiaanse, V. M. Lampugnani, C. Schmid und G. Vogt 2012. „Urbane Potenziale und Strategien in metropolitanen Territorien. Am Beispiel des Metropolitanraums Zürich“, Nationales Forschungsprogramm NFP65 – Neue urbane Qualität, ETH Zürich: Departement Architektur. <https://www.christiaanse.arch.ethz.ch/upload/up.pdf> (14.5.2020).
- ARE (Bundesamt für Raumentwicklung) 2004. „Räumliche Auswirkungen der Zürcher S-Bahn – eine ex-post Analyse. Zusammenfassung“. Bern: UVEK Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation. Download unter <https://www.are.admin.ch/are/de/home/mobilitaet/programme-und-projekte/raeumliche-auswirkungen-der-verkehrsinfrastrukturen/raeumliche-auswirkungen-der-zuercher-s-bahn.html> (20.10.2020).
- Arndt, W.-H., und F. Drews 2019. „Mobilität nachhaltig planen. Erfolge und Hindernisse in deutschen Städten – Ergebnisse einer Umfrage zu kommunalen Verkehrsentwicklungsplänen“. Sonderveröffentlichungen. Deutsches Institut für Urbanistik. <https://difu.de/publikationen/2019/mobilitaet-nachhaltig-planen> (14.5.2020).
- Backhaus, W., S. Rupprecht und D. Franco 2019. „Practitioner Briefing: Road vehicle automation in sustainable urban mobility planning“, hg. v. Rupprecht Consult – Forschung & Beratung. [https://www.eltis.org/sites/default/files/road\\_vehicle\\_automation\\_in\\_sustainable\\_urban\\_mobility\\_planning\\_0.pdf](https://www.eltis.org/sites/default/files/road_vehicle_automation_in_sustainable_urban_mobility_planning_0.pdf) (14.5.2020).
- Banerjee, T. 2001. „The future of public space: Beyond invented streets and reinvented places“, in *Journal of the American Planning Association* (67) 1, 9–24. DOI: 10.1080/01944360108976352.
- Banister, D. 2008. „The sustainable mobility paradigm“, in *Transport Policy* (15) 2, 73–80.
- Beckmann, K. D., J. Gies, J. Thiemann-Linden und T. Preuß 2011. „Leitkonzept – Stadt und Region der kurzen Wege. Gutachten im Kontext der Biodiversitätsstrategie“, Texte 48, Sachverständigen Gutachten. Dessau-Roßlau: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4151.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4151.pdf) (14.5.2020).
- Bendiks, S., und A. Degros 2019. *Traffic Space is Public Space. A Handbook for Transformation*, 1. Aufl. Zürich: Park Books .
- Bertolini, L. 1999. „Spatial Development Patterns and Public Transport: The Application of an Analytical Model in the Netherlands“, in *Planning Practice and Research* 14, 199–210. DOI: 10.1080/02697459915724.
- Bienzeisler, B., S. Bengel, M. Handrich und S. Martinetz 2019. „Die digitale Transformation des städtischen Parkens. Eine Analyse der Veränderung des kommunalen Parkraummanagements vor dem Hintergrund der Herausforderungen einer Verkehrswende“. Stuttgart: Fraunhofer IAO – Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. [http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn\\_nbn\\_de\\_0011-n-5381331.pdf](http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-5381331.pdf) (14.5.2020).
- Bormann, O. 2014. „Aktuelle Verkehrslage – Von der Rückgewinnung urbaner Infrastruktur“, in *Architektur im Kontext*, hg. v. K. von Keitz und S. Voggenreiter. Berlin: jovis, 96–109.
- Bremer, S. 2017. „Kommunale Mobilitätspläne und ihre Umsetzung“, Vortrag, Zukunftsnetzwerk Mobilität NRW. 16.1.2017. [https://mobilitaetsmanagement.nrw.de/sites/default/files/downloads/05\\_bremer\\_mobilitaetsplaene.pdf](https://mobilitaetsmanagement.nrw.de/sites/default/files/downloads/05_bremer_mobilitaetsplaene.pdf) (14.5.2020).

- Bruck, E. M. 2019. „Automatisierte Mobilitätsdienste als Wandlungsimpuls für suburbane Räume?“, in *Broadacre City 2.0 – postfossil. Ein urbanistisches Szenario für 2050*, hg. v. J. Fiedler. Graz: Haus der Architektur.
- Bruns, F., B. Tasnady, N. de Vries, N. Frischknecht, E. Selz, S. Grössl und M. Berger 2018. „Verfahren und Kennwerte zur Abschätzung von Verkehrswirkungen“, Forschungsprojekt SVI 2014/005 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI). Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK. [http://www.yverkehrsplanung.at/images/Projektauswahl/SVI\\_2014\\_005\\_Schlussbericht\\_2018-09-18.pdf](http://www.yverkehrsplanung.at/images/Projektauswahl/SVI_2014_005_Schlussbericht_2018-09-18.pdf) (22.10.2020).
- Cavoli, C., B. Phillips, T. Cohen und P. Jones 2017. „Social and behavioural questions associated with Automated Vehicles. A Literature Review“. London: UCL – University College, Department for Transport. <https://www.ucl.ac.uk/transport/sites/transport/files/social-and-behavioural-literature-review.pdf> (14.5.2020).
- Cohen, T., und C. Cavoli 2019. „Automated vehicles: Exploring possible consequences of government (non)intervention for congestion and accessibility“, in *Transport Reviews* (39) 1, 129–151.
- Elvarsson, A. B. 2017. „Modelling Urban Driving and Stopping Behavior for Automated Vehicles, Semester Project“. Zürich: ETH, IVT – Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme. <https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/ivt/ivt-dam/publications/students/501-600/sa597.pdf> (15.10.2020).
- Erhardt, G. D., S. Roy, D. Cooper, B. Sana, M. Chen und J. Castiglione 2019. „Do transportation network companies decrease or increase congestion?“, in *Science Advances* (5) 5, eaau2670. DOI: 10.1126/sciadv.aau2670.
- Fehr & Peers 2019. „Cincinnati Curb Study“. [www.fehrandpeers.com/curbs-of-the-future/](http://www.fehrandpeers.com/curbs-of-the-future/) (14.5.2020).
- Gavanas, N. 2019. „Autonomous Road Vehicles: Challenges for Urban Planning in European Cities“, in *Urban Science* (3) 2, 61. DOI: 10.3390/urbansci3020061.
- Gehl, J. 2012. *Leben zwischen Häusern. Konzepte für den öffentlichen Raum*. Berlin: jovis.
- Ghielmetti, M., R. Steiner, J. Leitner, M. Hackenfort, S. Diener und H. Topp 2017. „Flächiges Queren in Ortszentren – Langfristige Wirkung und Zweckmässigkeit“, Forschungsprojekt SVI 2011/023 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI). Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK. Download unter [duct/24100/?q=fl%C3%A4chiges%20queren&tx\\_solr%5Bfilter%5D%5B0%5D=facet\\_212\\_stringM%253AAktiv&tx\\_solr%5Bpage%5D=0&cHash=6b09fe1968d32b1011e3865d-5564cc4a](https://www.researchgate.net/publication/330599129_Understanding_the_Recent_Transit_Ridership_Decline_in_Major_US_Cities_Service_Cuts_or_Emerging_Modes) (14.5.2020).
- González-González, E., S. Nogués und D. Stead 2020. „Parking futures: Preparing European cities for the advent of automated vehicles“, in *Land Use Policy* 91, 104010. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.05.029.
- Graehler, M., R. A. Mucci und G. D. Erhardt 2019. „Understanding the Recent Transit Ridership Decline in Major US Cities: Service Cuts or Emerging Modes?“ Conference: Transportation Research Board Annual Meeting, Washington, DC. [https://www.researchgate.net/publication/330599129\\_Understanding\\_the\\_Recent\\_Transit\\_Ridership\\_Decline\\_in\\_Major\\_US\\_Cities\\_Service\\_Cuts\\_or\\_Emerging\\_Modes](https://www.researchgate.net/publication/330599129_Understanding_the_Recent_Transit_Ridership_Decline_in_Major_US_Cities_Service_Cuts_or_Emerging_Modes) (14.5.2020).
- Greenblatt, J. B., und S. Shaheen 2015. „Automated Vehicles, On-Demand Mobility, and Environmental Impacts“, in *Current Sustainable/Renewable Energy Reports* (2) 3, 74–81. Download unter <https://link.springer.com/article/10.1007/s40518-015-0038-5> (14.10.2020).
- Groth, S. 2019. „Multioptionalität: Ein neuer („alter“) Terminus in der Alltagsmobilität der modernen Gesellschaft?“, in *Raumforschung und Raumordnung / Spatial Research and Planning* (77) 1, 17–34.
- Herget, M., F. Hunsicker, J. Koch, B. Chlond, C. Minster und T. Soylu 2019. „Ökologische und ökonomische Potenziale von Mobilitätskonzepten in Klein- und Mittelzentren sowie dem ländlichen Raum vor dem Hintergrund des demographischen Wandels“, Texte 14. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/oekologische-oekonomische-potenziale-von> (14.5.2020).
- Hörl, S., F. Becker, T. Dubernet und K. W. Axhausen 2019. „Induzierter Verkehr durch autonome Fahrzeuge: Eine Abschätzung“, Forschungsprojekt SVI 2016/001 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI). Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK. <https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/ivt/ivt-dam/vpl/reports/1401-1500/ab1433.pdf> (18.8.2020).

- ITF (International Transport Forum) 2018. „The Shared-Use City: Managing the Curb“, Corporate Partnership Board Report. [https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-use-city-managing-curb\\_3.pdf](https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-use-city-managing-curb_3.pdf) (14.5.2020).
- Jacobs, J. 1961. *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Random House.
- Jin, S. T., H. Kong, R. Wu und D. Z. Sui 2018. „Ridesourcing, the sharing economy, and the future of cities“, in *Cities* 76, 96–104.
- Jürgens, L. 2020. „Konnektivitätsveränderungen im ÖPNV-Netz durch die Einführung eines autonomen Shuttlebusses“, in *Autonome Shuttlebusse im ÖPNV: Analysen und Bewertungen zum Fallbeispiel Bad Birnbach aus technischer, gesellschaftlicher und planerischer Sicht*, hg. v. A. Riener, A. Appel, W. Dorner, T. Huber, J. C. Kolb und H. Wagner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 39–54.
- Kaltenbach, F. 2013. „Typologie: Vom Verkehrsknoten zur Drehscheibe – Haltestellen für integrierte Mobilitätskonzepte“, DETAIL 9. Download unter <https://inspiration.detail.de/typologie-vom-verkehrsknoten-zur-drehscheibe-haltestellen-fuer-integrierte-mobilitaetskonzepte-107171.html?lang=en> (14.5.2020).
- Kondor, D., P. Santi, D.-T. Le, X. Zhang, A. Millard-Ball und C. Ratti 2020. „Addressing the ‚minimum parking‘ problem for on-demand mobility“. <https://arxiv.org/pdf/1808.05935.pdf> (14.10.2020).
- Konrad, K., und S. Groth 2019. „Consistency or contradiction? Mobility-Related Attitudes and Travel Mode Use of the Young New Generation“ in *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning* (77) 6, 1–17.
- Kretz, S., und L. Kueng (Hrsg.). 2016. *Urbane Qualitäten – Ein Handbuch am Beispiel der Metropolitanregion Zürich*. Zürich: Edition Hochparterre.
- Larco, N., und G. Tierney 2020. „Impacts on Urban Design“, in *Multilevel Impacts of Emerging Technologies on City Form and Development*, hg. v. Howell, A., H. Tan, A. Brown, M. Schlossberg, J. Karlin-Resnick, R. Lewis, M. Anderson, N. Larco, G. Tierney, J. Carlton, J. Kim und B. Steckler. Eugene, OR: Urbanism Next Center, University of Oregon, 115–141. [https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.uoregon.edu/dist/f/13615/files/2020/01/NSF-Report\\_All-Chapters\\_FINAL\\_013020.pdf](https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.uoregon.edu/dist/f/13615/files/2020/01/NSF-Report_All-Chapters_FINAL_013020.pdf) (15.10.2020).
- Lehmann, T. 2011. „Der Bahnhof der Zukunft – Alternativen zum traditionellen Bahnhofsempfangsgebäude | Entwicklung eines modularen Entréesystems für kleine und mittlere Bahnhöfe“, Doktorarbeit, TU Berlin, Fakultät VI – Planen Bauen Umwelt. DOI: 10.14279/depositonce-2920.
- Lenz, B., und E. Fraedrich 2015. „Neue Mobilitätskonzepte und autonomes Fahren: Potenziale der Veränderung“, in *Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 175–195.
- Leszczynski, A., und R. Kitchin 2019. „UBER. The Seduction of UberCity“, in *How to Run a City like Amazon, and Other Fables*, hg. v. M. Graham, R. Kitchin, S. Mattern und J. Shaw. London: Meatspace Press, 1179–1195.
- Lewis, R., und M. Anderson 2020. „Impacts on Land Use“, in *Multilevel Impacts of Emerging Technologies on City Form and Development*, hg. v. Howell, A., H. Tan, A. Brown, M. Schlossberg, J. Karlin-Resnick, R. Lewis, M. Anderson, N. Larco, G. Tierney, J. Carlton, J. Kim und B. Steckler. Eugene, OR: Urbanism Next Center, University of Oregon, 97–113. [https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.uoregon.edu/dist/f/13615/files/2020/01/NSF-Report\\_All-Chapters\\_FINAL\\_013020.pdf](https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.uoregon.edu/dist/f/13615/files/2020/01/NSF-Report_All-Chapters_FINAL_013020.pdf) (14.5.2020).
- Marsden, G., I. Docherty und R. Dowling 2020. „Parking futures: Curbside management in the era of ‚new mobility‘ services in British and Australian cities“, in *Land Use Policy* 91, 104012. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.05.031.
- Mitteregger, M., A. Soteropoulos, J. Bröthaler und F. Dorner 2019. „Shared, Automated, Electric: the Fiscal Effects of the ‚Holy Trinity‘“, *Proceedings of the 24. REAL CORP, International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society*, 2.–4.4.2019, Karlsruhe.
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuven und I. Banerjee 2020. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*. Berlin: Springer Vieweg.
- NACTO (National Association of City Transportation Officials) 2017. „Curb Appeal. Curbside Management Strategies for improving transit reliability“. <https://nacto.org/wp-content/uploads/2017/11/NACTO-Curb-Appeal-Curbside-Management.pdf> (14.5.2020).
- NACTO 2019. „Blueprint for Autonomous Urbanism: Second Edition“. <https://nacto.org/publication/bau2/> (14.5.2020).
- Nehrke, G., und W. Loose 2018. „Nutzer und Mobilitätsverhalten in verschiedenen CarSharing-Varianten“, Projektbericht. Berlin: Bundesverband CarSharing e.V.

- orange edge 2016. „Klimaschutzteilkonzept Mobilität. Stadt Königs Wusterhausen: Endbericht“. <https://www.koenigs-wusterhausen.de/817028/KW-Endbericht.pdf> (22.10.2020).
- Papa, E., und A. Ferreira 2018. „Sustainable Accessibility and the Implementation of Automated Vehicles: Identifying Critical Decisions“, in *Urban Science* (2) 1, 5.
- Ram, M., Jaffri, S., Gerretsen, P., Rigter, D., Chorus, P., und M. Wiers-Faver Linhares 2013. *Maak Plaats! Werken aan knooppunt ontwikkeling in Noord-Holland*. Rotterdam: Vereniging Deltametropool, provincie Noord-Holland.
- Ritter, E.-H. 2017. „Strategieentwicklung heute. Zum integrativen Management konzeptioneller Politik“, in *PNDonline* 1, 12. [http://archiv.planung-neu-denken.de/images/stories/pnd/dokumente/pnd-online\\_2007-1.pdf](http://archiv.planung-neu-denken.de/images/stories/pnd/dokumente/pnd-online_2007-1.pdf) (14.5.2020).
- Ruchinskaya, T., K. Ioannidis und K. Kimic 2019. „Revealing the Potential of Public Places: Adding a New Digital Layer to the Existing Thematic Gardens in Thessaloniki Waterfront“, in *CyberParks – The Interface Between People, Places and Technology: New Approaches and Perspectives*, hg. v. C. Smaniotto Costa, I. Šuklje Erjavec, T. Kenna, M. de Lange, K. Ioannidis, G. Maksymiuk und M. de Waal. Cham: Springer International Publishing, 181–195.
- SAE International 2018. „Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles – J3016“, 15.6.2018. [www.sae.org/standards/content/j3016\\_201806/](http://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/) (20.4.2020).
- Schaller, B. 2017. „Empty Seats, Full Streets. Fixing Manhattan’s Traffic Problem“. <http://schallerconsult.com/rideservices/emptyseats.pdf> (14.5.2020).
- Schlump, C., T. Wehmeier, B. Helff, G. Reesas, H. Wohltmann, T. Schäfer, A. Kindl und I. Luchmann 2014. „Neue Mobilitätsformen, Mobilitätsstationen und Stadtgestalt“, *ExWoSt-Informationen* 45/1. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/exwost/45/exwost45\\_1.pdf;jsessionid=FAC8F85DD18A6113963D34B4C80F4CAC.live!1293?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/exwost/45/exwost45_1.pdf;jsessionid=FAC8F85DD18A6113963D34B4C80F4CAC.live!1293?__blob=publicationFile&v=1) (20.10.2020).
- Schmid, C. 2016. „Urbanität und urbane Qualitäten“, in *Urbane Qualitäten. Ein Handbuch am Beispiel der Metropolitanregion Zürich*, hg. v. S. Kretz und L. Kueng. Zürich: Edition Hochparterre.
- Schnieder, L. 2018. „Netzplanung“, in *Betriebsplanung im öffentlichen Personennahverkehr: Ziele, Methoden, Konzepte*, hg. v. L. Schnieder. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 21–43.
- Schwartz, S. 2017. „New Mobility Playbook. Appendix B: Shared Mobility Study Technical Report. Seattle Department of Transportation. <https://www.seattle.gov/Documents/Departments/SDOT/New-MobilityProgram/AppendixB.pdf> (14.5.2020).
- Sinner, M., P. Khaligh und U. Weidmann 2018. „Consequences of automated transport systems as feeder services to rail: SBB fund for research into management in the field of transport. Report“, ETH Zürich – Research Collection. DOI: 10.3929/ethz-b-000266025.
- Sinner, M., und U. Weidmann 2019. „How does rail perform against autonomous buses? Two case studies in Switzerland“, 19th Swiss Transport Research Conference 2019, Ascona. DOI: 10.3929/ethz-b-000342826 (15.10.2020).
- Soike, R., J. Libbe, M. Konieczek-Woger und E. Plate 2019. „Räumliche Dimensionen der Digitalisierung. Handlungsbedarfe für die Stadtentwicklungsplanung. Ein Thesenpapier“, Difu-Sonderveröffentlichung. <https://repository.difu.de/jspui/bitstream/difu/256328/1/DM19101469.pdf> (14.5.2020).
- Soteropoulos, A., A. Stickler, V. Sodl, M. Berger, J. Dangschat, P. Pfaffenbichler, G. Emberger, E. Franke, R. Braun, F. Schneider, S. Kaiser, H. Wakolbinger und A. Mayerthaler 2019. „SAFiP – System-szenarien Automatisiertes Fahren in der Personenmobilität“. Wien: bmvit.
- Sousa, N., A. Almeida, J. Coutinho-Rodrigues und E. Natividade-Jesus 2017. „Dawn of autonomous vehicles: Review and challenges ahead“, in *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Municipal Engineer* (171) 1, 3–14.
- Stadt Wien 2018. „Leitfaden Mobilitätsstationen. Die Umsetzung von Mobilitätsstationen in Stadtentwicklungsgebieten am Beispiel Zielgebiet Donauefeld, Wien“, Werkstattberichte der Stadtentwicklung Wien 179. Wien: MA 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung und MA 21 – Stadtteilplanung und Flächennutzung. [en.gv.at/stadtentwicklung/studien/b008521.html](http://en.gv.at/stadtentwicklung/studien/b008521.html) (15.6.2020).
- Stiglic, M., N. Agatz, M. Savelsbergh und M. Gradisar 2015. „The benefits of meeting points in ride-sharing systems“, in *Transportation Research Part B: Methodological* 82, 36–53.
- Taut, B. 1977. *Architekturlehre. Grundlagen, Theorie und Kritik, Beziehung zu den anderen Künsten und zur Gesellschaft*. VSA, Hamburg

- verkehrsplus 2015. „Ve3 – Planungen von Verknüpfungen an Verkehrsstationen“, ÖBB infra. Download unter (14.5.2020).
- Wefering, F., Rupprecht, S., Bührmann, S., und S. Böhler-Baedeker 2013. Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan. Rupprecht Consult – Forschung und Beratung GmbH. [http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx\\_rupprecht/Revised\\_SUMP\\_Guidelines\\_final\\_web\\_Jan\\_14.pdf](http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx_rupprecht/Revised_SUMP_Guidelines_final_web_Jan_14.pdf) (14.5.2020).
- Weidmann, U., R. Dorbritz, H. Orth, M. Scherer und P. Spacek 2011. „Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen“. Schweizerische Eidgenossenschaft: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK. (14.5.2020).
- Zhang, W. 2017. „The interaction between land use and transportation in the era of shared autonomous vehicles: A simulation model“, Dissertation, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA. <https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/58665/ZHANG-DISSERTATION-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (14.5.2020).
- Zhang, W., S. Guhathakurta, J. Fang, und G. Zhang 2015. „Exploring the impact of shared autonomous vehicles on urban parking demand: An agent-based simulation approach“, in *Sustainable Cities and Society* 19, 34–45. DOI: 10.1016/j.scs.2015.07.006.
- Zhang, W., und K. Wang 2020. „Parking futures: Shared automated vehicles and parking demand reduction trajectories in Atlanta“, in *Land Use Policy* 91, 103963. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.04.024.

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





# 9 Transformations of European Public Spaces with AVs

Robert Martin, Emilia M. Bruck, Aggelos Soteropoulos

<b>1.</b>	<b>Introduction</b>	<b>160</b>
<b>2.</b>	<b>Copenhagen design experiments on the sustainable deployment of AVs</b>	<b>161</b>
2.1	Rethinking the suburb	163
2.2	From train station to mobility hub	167
2.3	A new dynamic streetscape	171
<b>3.</b>	<b>Conclusion</b>	<b>175</b>
	<b>Literature</b>	<b>177</b>

---

Robert Martin

JAJA Architects ApS, Copenhagen & Aalborg University CPH, Department of Planning  
robert@ja-ja.dk

Emilia M. Bruck

TU Wien, future.lab Research Center and Research Unit of Local Planning (IFOER)  
emilia.bruck@tuwien.ac.at

Aggelos Soteropoulos

TU Wien, future.lab Research Center and Research Unit of Transportation System Planning (IVS)  
aggelos.soteropoulos@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021

M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_9)

# 1. INTRODUCTION

Connected and automated driving is one of several emerging mobility trends that will fundamentally impact the use and design of public spaces in the coming decades. The uptake of transportation network companies (TNCs), such as Uber, has shown that a greater use of shared modes adds more vehicles to the road and shifts pickup and drop-off locations onto the street, i.e., increasing activity at the curb (Larco 2018: 50; Erhardt et al. 2019). Similar effects were caused by recent waves of dockless micromobility options, such as free-floating bikes or e-scooters, which temporarily led to congested sidewalks and increased spatial demands in public space (Polis 2019). In effect, cities are challenged to rethink the exclusive rights given to cars within their mobility network. Ongoing mobility innovations and expected developments in automated mobility require a reallocation of public space and render existing categories of traffic division and regulatory frameworks outdated (Polis 2019: 12–13).

This article highlights possible trajectories for redesigning public spaces in a European context in order to illustrate urban futures in light of new mobility developments, such as automated mobility and a greater mix of traffic modes. To this end, this article views public space holistically, encompassing traffic infrastructure, public open spaces, as well as adjacent buildings. Considered as such, public spaces may comprise a variety of qualities, functions, and interests that differ, even diverge at times, depending on urban structure and street typology (Bendiks/Degros 2019, Marsden et al. 2020, Karndacharuk et al. 2014). With automated mobility on the horizon, urban planners need to rethink whose interests they place at the center of their designs and what transport modes are given priority. While industry and policy representatives emphasize traffic advantages, such as safety and efficiency gains, spatial and social implications of automated use cases remain highly uncertain (see chapter 2).

While a number of design studies have been made that envision how public spaces could be transformed with automated vehicles, the majority of them refer to North American cities or no specific urban context at all (e.g., NACTO 2019, Schlossberg et al. 2018, Luo 2019, Sasaki 2018, Meyboom 2019). As a result, there is a lack of contextual design studies that highlight the specificity of urban form, mobility culture, and planning rationale. Just as “total designs” of the modern and postmodern era denied incremental growth of cities and pluralist decision-making (Venturi et al. 1977: 149), design visions for the ongoing mobility revolution need to take contextual factors into account in order to elucidate local implications—opportunities and risks—of new mobility technologies.

In contrast to most North American cities, many cities in Europe have high-density urban structures and compact historic cores. Many of those cities have urban transit networks that are well integrated into their urban fabric, providing the backbone of urban mobility. Beyond that, cities such as Amsterdam or Copenhagen are known for having high percentages of cyclists and pedestrians. While this applies to inner-city districts, it is less the case in urban extension areas developed since the 1950s and '60s or low-density suburban developments where public transport is often difficult to reach and basic services are less accessible by bicycle or foot (van Essen et al. 2009: 13; Alessandrini et al. 2015: 146; Gavanas 2019: 4). Finally, while North American cities are known for expansive off-street parking lots that enclose suburban shopping malls or carve voids into inner-city urban fabrics, European cities are faced with spatial constraints within their inner-city historical districts, where the existing intensity and diversity of uses put pressure on already limited public space (Marsden et al. 2020).

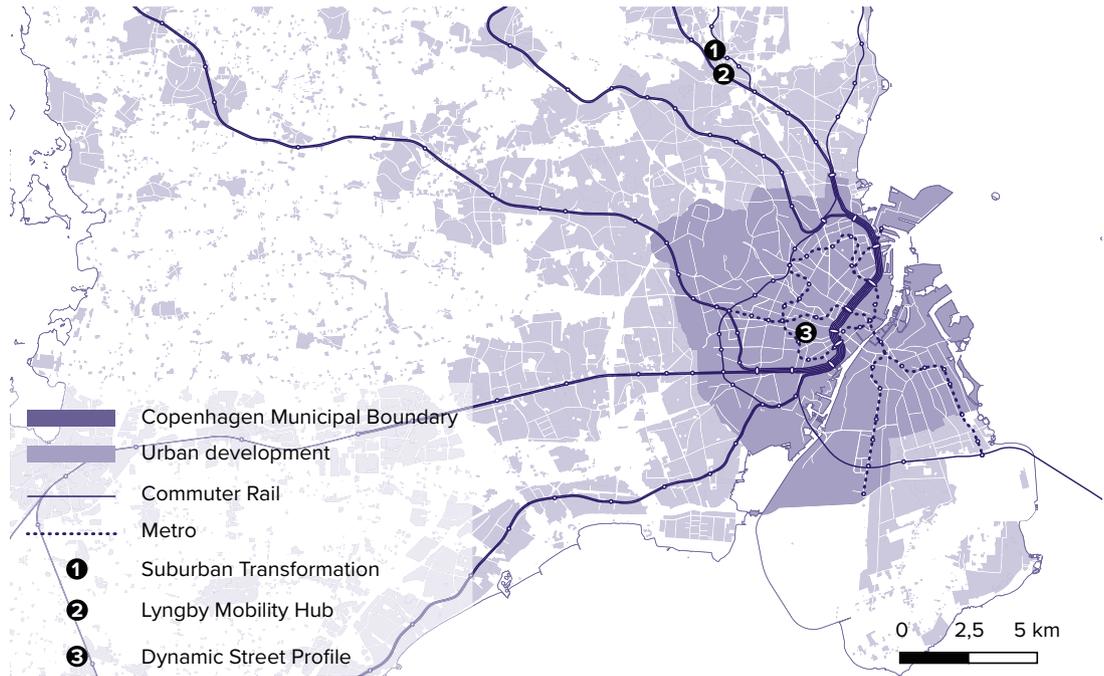
As the early euphoria around automated vehicles' (AVs') near-term market introduction wore off due to technological setbacks, it became more apparent that a longer-term period of mixed traffic conditions lies ahead in which automated vehicles share roads with conventional vehicles and rely significantly on connected services (Mitteregger et al. 2020, Backhaus et al. 2019). During this transition period, AVs will not be operating on the entire road network, but rather on designated streets or confined (geofenced) areas at limited speeds, i.e., special operational design domains that define the functional boundary of level-4 AVs (SAE International 2018). As of yet few urban design studies have been made for European cities (e.g., Dijkstra/Ionescu 2019, ARUP 2018); they largely show visions of level-5 AVs that assume AVs would operate within the entire traffic network and do not consider mixed traffic scenarios. It is, however, critical that urban planners and designers take into account a possibly long-term transitional period where there will likely be a need for strategies to manage the reallocation of curb space, a reclassification of street typologies and mode distribution, and the creation of transition zones where vehicles shift from automated to manual modes (Backhaus et al. 2019: 17).

To that end, design visions are a vital tool to support coordinated planning, decision-making, and development and ensure that public spaces remain a common spatial infrastructure contributing to quality of life in cities. This article introduces design experiments on possible public spaces with AVs, conducted by the Danish architectural firm JAJA Architects. Set in three varying urban areas within Copenhagen, Denmark, the designs build upon the specificities of local neighborhood structures and mobility requirements. Through plans and three-dimensional images, possibilities of integrating AVs into a sustainable transportation system are explored. By doing so, varying urban futures unfold.

## 2. COPENHAGEN DESIGN EXPERIMENTS ON THE SUSTAINABLE DEPLOYMENT OF AVS

The following design experiments take place within the northern European capital city of Copenhagen, Denmark. The city is an exemplary context in which to investigate how AVs may impact urban form as part of a sustainable transportation system because Copenhagen is already a model of green mobility. Within the Municipality of Copenhagen, 29% of all trips that either begin or end within its boundary occur by bicycle, 70% of households are car-free, and it has one of the most accessible public transport systems in Europe (City of Copenhagen 2017a, Scheurer 2013). While the city's comparatively sustainable transportation system is enviable, it did not happen overnight. Copenhagen has benefited from a rich planning tradition starting with the Finger Plan from 1947, where urban development proceeded parallel to five "fingers" centered on commuter rail lines, which extend from a "palm" of dense urban fabric within the Copenhagen municipal boundary (fig. 1). Subsequent investments in an underground metro system, as well as an extensive bicycle path network in the city center, have led to the Municipality of Copenhagen having one of the lowest per capita car emissions in the world (City of Copenhagen 2016). However, despite this, its current transportation system is far from secure. Political tensions in Copenhagen over the space allocated for cycling, cars, and public transport create continual backlashes and conflicts over street space, and the introduction of new mobility modes means that modal distribution is in constant flux (Henderson/Gulsrud 2019). How the introduction of AVs into this debate will affect modal share will be a result of social acceptance, policy, and spatial intervention.

**Figure 1.** Copenhagen metropolitan plan with project locations. Municipality of Copenhagen highlighted in green with commuter rails (dashed) and metro (dotted).



Source: JAJA Architects

As one moves along the fingers outside the municipal boundary, one finds a significantly different urban environment. Whereas only 7% of the residential building stock in the Copenhagen Municipality are single-family dwellings, this figure rises to 44% in the surrounding metropolitan region (Statistics Denmark 2019a). This dramatic change in spatial typology reflects a higher rate of car ownership (Statistics Denmark 2019a), sparser population density (Statistics Denmark 2020), and double the amount of space dedicated to road infrastructure per capita (Statistics Denmark 2016). While the primary consideration of AV introduction in the inner-city will regard preserving and promoting active forms of transport, the real spatial transformative potential of AVs lies in the surrounding suburbs.

To understand how urban form may be affected throughout the Copenhagen metropolitan region by the introduction of AVs, the authors have chosen a future scenario that is radically different from how transport is today. In this scenario, privately owned automobile use has been virtually nonexistent in the dense inner city since the Copenhagen Municipality banned private car use. Instead, residents and commuters move through a combination of public transport, fixed-route AV shuttles that run along arterial roads, and micromobility devices that range in size from kick scooters to electric cargo bicycles. Residents living in less dense suburbs outside of the inner city still have the option to own a car. However, most have chosen to adopt a tailor-made Mobility-as-a-Service (MaaS) package that includes, among other offerings, an on-demand, free-floating AV shuttle that provides a last-mile connection to nearby public transport nodes. The technological development of AVs has reached a bottleneck and, therefore, they have only been deployed with Level 4 capabilities (SAE International 2018). This technical barrier means that AVs may only operate within geofenced areas where the density allows for the commercial viability of creating and maintaining the high-definition 3D maps required for AVs to function safely. Therefore, motorized/conventional cars remain necessary for edge-case situations where AVs cannot operate, and traffic may be a mix of AVs and traditional automobiles.

To visualize what effect this scenario may have on existing public spaces and streetscapes in Copenhagen, the authors offer three design studies in different urban contexts within the city. The first takes place in the suburb of Lyngby, approximately 10 km north of the city center, and investigates how a shift to a shared AV system may offer spatial opportunities to dissolve spatially segregated boundaries and provide communal amenities in an otherwise highly privatized monofunctional area. The second design study explores how the existing commuter rail station in Lyngby could be adapted to integrate an AV shuttle system with adequate space for pick-up and drop-off that supports an efficient multi-modal transport system. The final design study investigates a modal space reallocation in an inner-city street where an increase in micromobility traffic places pressure on the spatial demands of a traffic artery used for a fixed-route AV shuttle.

## 2.1 RETHINKING THE SUBURB

While inner Copenhagen enjoys low car use, this dramatically changes as one moves into the surrounding suburbs where population density falls as single-family dwellings replace apartment buildings. The site of this exploration, the northern suburb of Lyngby, is a typical example. Despite enjoying excellent commuter rail connections and a decent bus service, this suburb still has over double the inner city's car ownership rate at 549 cars per 1,000 residents (Statistics Denmark 2019b). Compared to the inner city, which hosts an array of public and semi-public amenities on its streets, the suburbanization of Lyngby has created an urban condition wherein all functions occur within the boundary of the block, hidden behind high hedges or fences (fig. 7). This clear separation between public and private arenas has left the public realm somewhat vacant. Whereas in historical contexts, suburban streets would be full of playing children, now due to safety concerns the road lays empty, with only the occasional passing car, idling service van, or visitor's parked car (fig. 2). The division between private property and the public realm has become so stark that the only interface between the two is the driveway. A resident may, therefore, never actually physically touch the public domain, entering their vehicle within the boundary of their property before driving away to their destination.

**Figure 2.** Existing residential street. High hedges and narrow sidewalks represent a public space that is designed only for automobile use.



Source: JAJA Architects

**Figure 3.** Proposed residential street. Life returns to the street as redundant road area is transformed into communal amenities. Fenced boundaries are dissolved as properties reconnect with the street's activities rather than blocking them out.



Source: JAJA Architects

JAJA's proposed adaptation to the street attempts to dissolve the suburban rationality of separation by spatially repurposing the abundant space given to automobiles in the road for new public amenities (fig. 3). The primary motivation behind this redistribution of space comes from both a radical decrease in traffic demand as residents shift from privately owned vehicles to shared AV shuttles and the technological ability of AVs to safely navigate intricate driving lines, always obey speed limits, and give way to pedestrians and children. Instead of providing a lane in each direction with enough room to overtake a parked car adjacent to the curb (fig. 4.), the road width is limited to that of a conventional single-vehicle lane for both traditional and autonomous vehicles.

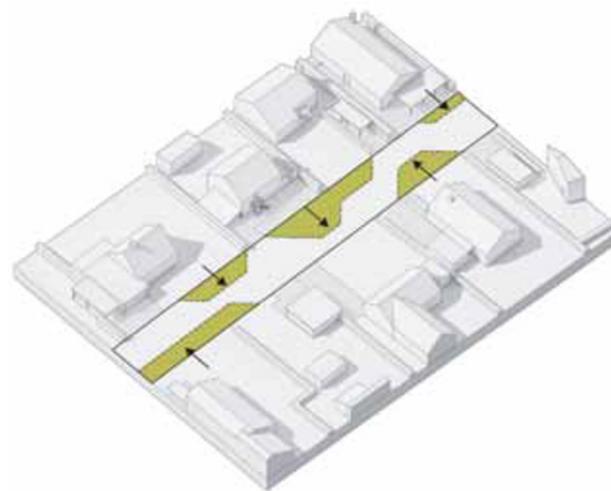
The road then undergoes a series of manipulations to ensure that there a right of access to all existing driveways remains so that residents still have the option to own a private car, and that there is space for vehicles traveling in opposite directions to give way or pass each other (fig. 5). The residual space provides opportunities to install fixed amenities that both foster community, such as vegetable gardens, outdoor dining areas, community houses, or sport facilities, and support the new multimodal transport system, such as a covered waiting area for AV shuttle services and parking space for shared micromobility devices. The boundary of these new facilities is not limited to a demarcated area. Instead, through safely negotiated and temporal use, the facilities can spill out into the road area, better utilizing the space for active functions that can stop when a vehicle passes.

Through an increase in public amenities, an opportunity arises to renegotiate the threshold between public and private. With more functions becoming shared, the abundance of open space behind individual boundaries, especially adjacent to the street, are re-zoned to create new ancillary dwellings (figs. 6 and 8). These new dwellings vary in ownership models and typology, with many of the functions outsourced to the communal facilities to attract a diverse range of new residents not suited to the homogenous rows of single-family dwellings otherwise found in the area. The increase in population would drive demand for AV shuttles, reducing the operating costs of the system while increasing the efficiency and desirability of the system.



**Figure 4. Existing street design**

Existing street axonometric. The majority of the streetscape is dedicated to car use.



**Figure 5. Expansion of public space**

By reducing the street profile to one way, but still providing spaces to overtake and connect to driveways, new pockets of space can be designated for communal amenities.



**Figure 6. Programming**

New ancillary dwellings are placed adjacent to communal activity areas to dissolve the boundary between public and private along the street.

Source: JAJA Architects

**Figure 7.** Existing site plan. A grid of single-family homes and garages separated by a field of fences and streets.



Source: JAJA Architects

**Figure 8.** Proposed site plan. Newly inserted buildings and functions operating at different scales disrupt the grid and create a gradient of zones with different levels of privacy.



Source: JAJA Architects

## 2.2 FROM TRAIN STATION TO MOBILITY HUB

Multimodal transport routes are often proclaimed to be the sustainable alternative to car trips, where commuters shift between higher and lower-capacity modes to reach their destination. However, this system is reliant on the proximity to transport nodes and available connecting routes only found in higher-density urban fabrics. The challenge of transporting commuters to network nodes in lower-density suburbs is referred to as the first/last-mile gap. Shared AV shuttle systems, as used in the previous design example, are often discussed as one solution to this common problem. Conceptually, this system operates similarly to already established car-pooling services such as Uber, Lyft, and Via, where users' ride requests are bundled and assigned into trips with similar pickup and drop-off points. However, the success of these services is highly dependent on population density, the concentration of users, and the similarity of users' departure and arrival points and times. By focusing the departure or arrival point around public transport nodes, the shared AV shuttle system's efficiency is improved by accumulating similar trips. Nevertheless, points of friction are likely to occur at the interchange between modes as existing transport infrastructure has not been designed to enable AVs. The following design explores how adaptations to the existing train station at Lyngby can spatially support this new technology as users seamlessly transfer between AV shuttle and high-capacity train.

The existing Lyngby station is a train station on the Hillerød radial of the Finger Plan. It is centrally located within the suburb but is spatially segregated from the suburb's high street and mass of urban functions by a large bus terminal, two lanes of traffic, parking lots, and an elevated highway to the east (figs. 9, 11, and 14). The station's entrance is located underneath the highway, where it is also connected to a shopping center with 15 retail stores, including two supermarkets.

**Figure 14.** Existing site plan. The station is separated from the suburb's high street (running from top left to right of image) by multiple roads, parking lots, a bus terminal, and an elevated highway.



Source: JAJA Architects

**Figure 9.** Existing street view at Lyngby station. Commuters are separated from the station entrance by a series of roads that must be crossed in sections.

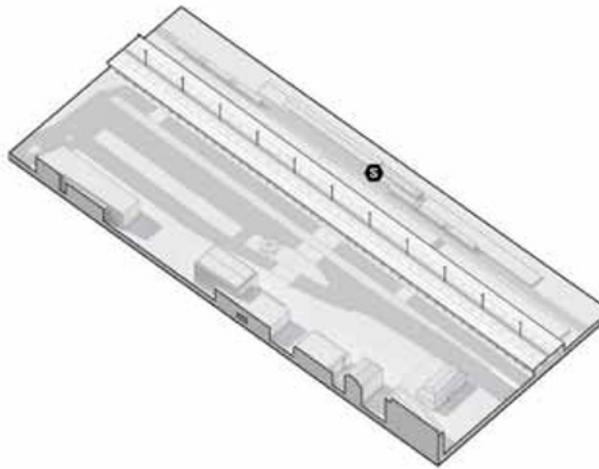


Source: JAJA Architects

**Figure 10.** Proposed street view at Lyngby station. A permeable station edge allows commuters to enter the stations from multiple points while an information-rich digital screen provides wayfinding connections to standing by AV shuttles.

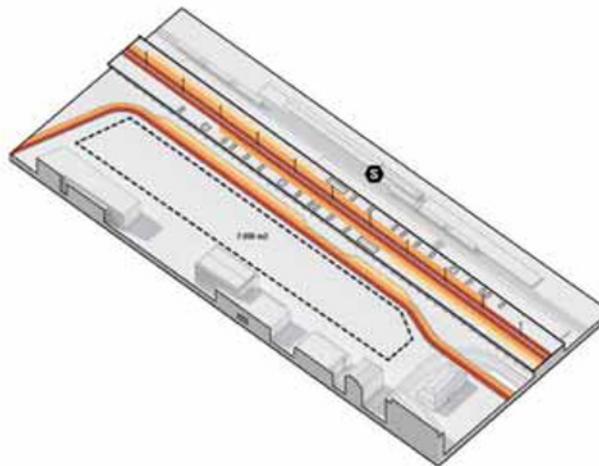


Source: JAJA Architects



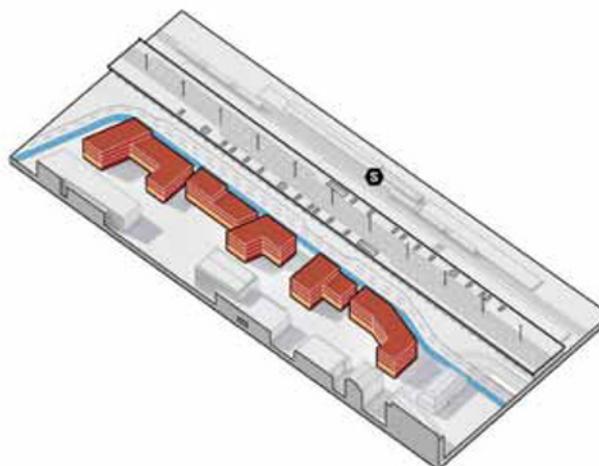
**Figure 11. Existing station design**

The existing station axonometric highlights the many obstacles to enter the station.



**Figure 12. Redistribution of infrastructure**

Pickup/drop-off areas are condensed into two areas: the first area lies adjacent to the station entrance while the second is located on the elevated highway.



**Figure 13. Urban infill and densification**

New mixed-use development is situated in the publicly owned former bus terminal. The new development not only adds spatial qualities and increases density, but the revenue from the development can be utilized by the municipality to fund public programs.

Source: JAJA Architects

The primary design challenge for this proposal was to create adequate space for the pick-up and drop off areas for commuters arriving by AV shuttles. While many advocates for AVs suggest that excess parking space will be released from sharing these vehicles, studies have shown that the spatial requirements for pickup and drop-off areas will be high as they should be designed to accommodate maximum inflow at peak times (Sinner et al. 2018). Therefore, the main decision made in the design is to consolidate the seven lanes of traffic that run in both directions adjacent to the station into one 150m long designated area for transfers (fig. 12). This area follows design principles found at airport kiss-and-ride locations where one lane is used for parking (colored light orange), one is used to wait for a free space (colored orange), and the final one is used to pass by when finished (colored red). Due to a dramatic decrease in traffic demand from sharing and AV platooning, as well as increased safety from connected vehicles, this principle is replicated on the elevated highway, which runs directly above the train station entrance. Cuts in the structure create vertical movement between the highway and the station, allowing more accessible routes to the station for residents who have to access it from the west.

**Figure 15.** Proposed site plan. A new mixed-use development completes the urban block, utilizing the former bus terminal. AV shuttle pickup and drop-off areas have been consolidated to be directly adjacent to the station and on the reduced-capacity highway.



Source: JAJA Architects

The spatial benefit of this consolidation is the release of over 7,000 m<sup>2</sup> of publicly owned land directly adjacent to the train station. In this proposal, that space is utilized by constructing a mixed-use development of residential apartments, commercial space, public amenities, as well as parking facilities for micromobility devices adjacent to new separated bicycle paths (fig. 13). The proposed development takes its form by closing the urban block to the east, creating a

series of public and semipublic courtyards of varying scales that respect the existing pathways between the station and the high street (fig. 15). The final move is to relocate the shopping center from underneath the highway to the new mixed-use development. The now vacant space is transformed into a permeable covered thoroughfare that gives access to the station platforms directly from the pickup/drop-off area. There are also seated waiting areas and digital wayfinding screens that help commuters find their designated shuttle (fig. 10).

## 2.3 A NEW DYNAMIC STREETScape

Unlike the suburbs of Copenhagen, where road space is abundant due to car-centric planning principles since World War II, the inner city has to negotiate modal allowance within a narrow spatial context designed centuries before the invention of the car. Subsequent additions of transport modes have constrained pedestrian sidewalks and cycle paths to minimal widths. At the same time, two-way roads, car parking, and bus stops occupy the majority of space between buildings. Within inner Copenhagen, only 7% of citywide road space is taken up by cycle paths. In contrast, road space for cars amounts to 66% (City of Copenhagen 2017b), even though modal trips are split almost evenly between bicycles and cars. Overcrowding on cycle paths is already a severe problem in Copenhagen and a significant impediment for increasing the city's incredibly high levels of cycling (Danish Parliament 2016). Unfortunately, it is not merely an option to widen cycle paths on artery roads as the constrained context is filled by the spatial provision of on-street car parking. AVs promise to release this space through the logic of never having to park (Duarte/Ratti 2018). However, this logic ignores the new spatial demands of AVs. We expect that AVs will increase door-to-door mobility and will, therefore, require equal space to embark or alight from the vehicle.

The conflict between AVs and cycle paths has given rise to significant design considerations in JAJA's urban scenario below, where a projected substantial increase in modal share by micromobility devices has resulted from the banning of privately owned vehicles in the city center. The street under investigation is Gammel Kongevej (fig. 16), which is one of the principal shopping streets in Copenhagen and dates back to the beginning of the 17th century. The street extends for 1.8 km from the western edge of the city center and provides a direct connection to the western suburbs. The street is only 18 m wide from one building façade to the other, so it currently utilizes a three-lane system to accommodate all the spatial demands from different modes. One lane each is dedicated to vehicle traffic in either direction; a third lane is located in an alternating manner on either side to allow for curbside parking and for buses to stop (fig. 18). While this system provides space for vehicle modes, it is an underutilization of space (fig. 19), and the spatial implication of these fixed infrastructures means that cycle lanes along the street are below the legal minimum width at only 1.5 m (fig. 21; City of Copenhagen 2013). How then could pickup/drop-off areas be integrated into this already crowded street while allowing an extension in the width of cycle lanes to meet increased travel demand by micromobility services?

**Figure 16.** Existing street view along Gammel Kongevej. A man quickly enters a stopped bus moments before cyclists are due to pass

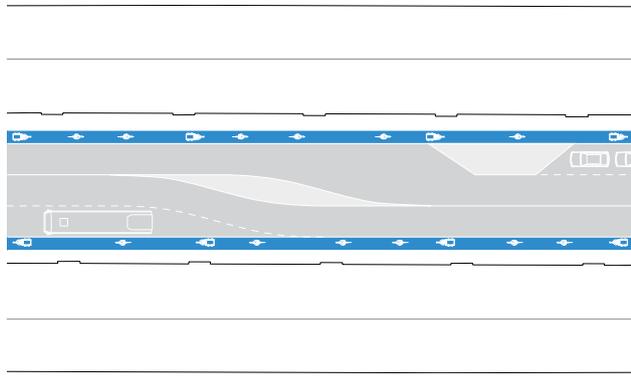


Source: JAJA Architects

**Figure 17.** Proposed street view along Gammel Kongevej. A man safely departs his AV shuttle onto the dynamic street surface, knowing that the coming cyclist will pass outside the boundary of his designated area.

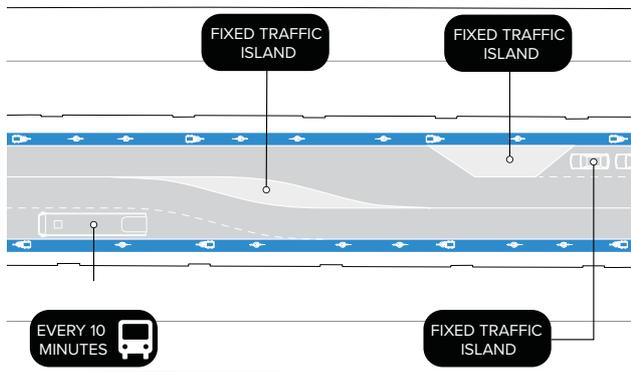


Source: JAJA Architects



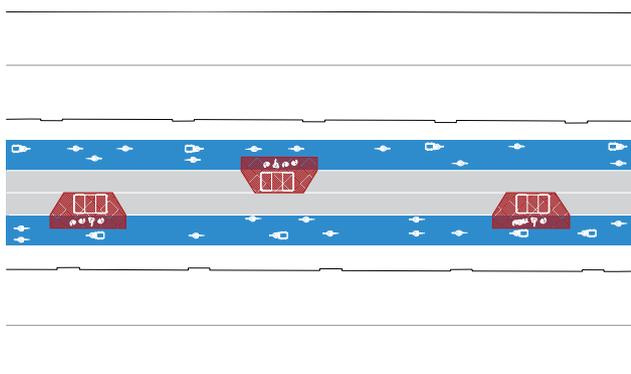
**Figure 18. Existing street design**

Existing zone plan of the street highlighting the spatial preference toward automobiles over bicycles regardless of their equal modal share.



**Figure 19. Functional requirements**

Analysis of function demand. Fixed spatial infrastructures underutilize the space.



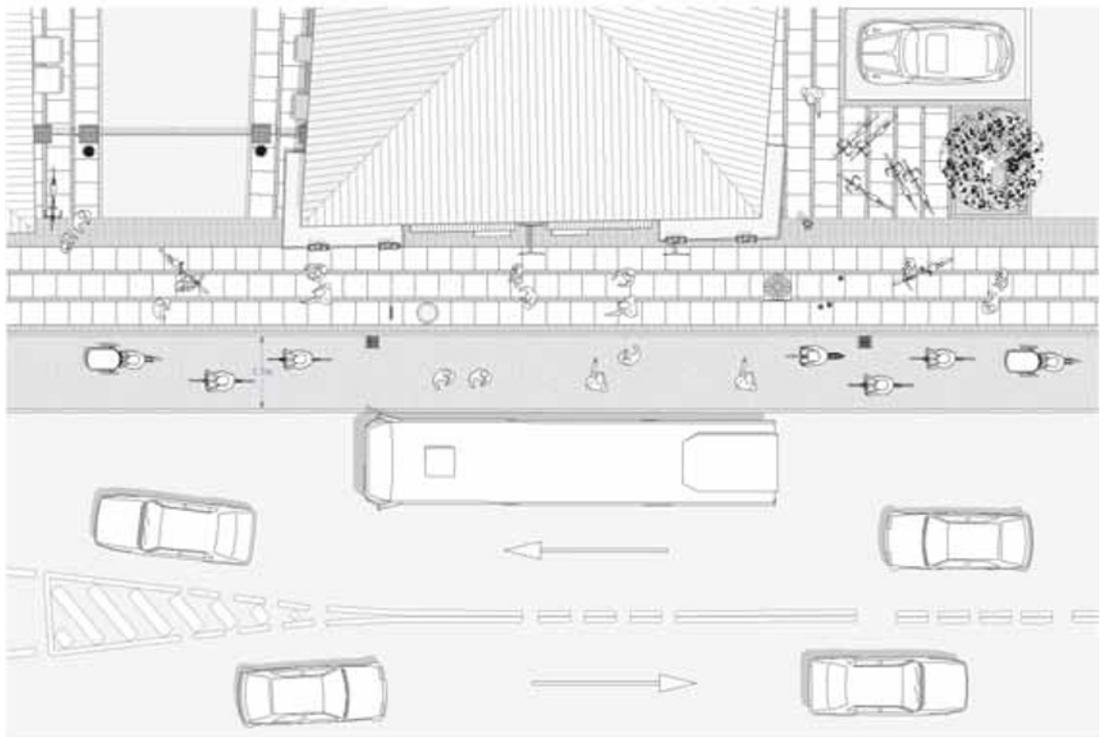
**Figure 20. Dynamic street design**

Rather than have a fixed shuttle stop, dynamic hop-on/hop-off areas can pop up along the street as user, vehicle, and road surfaces are connected through the IoT.

Source: JAJA Architects

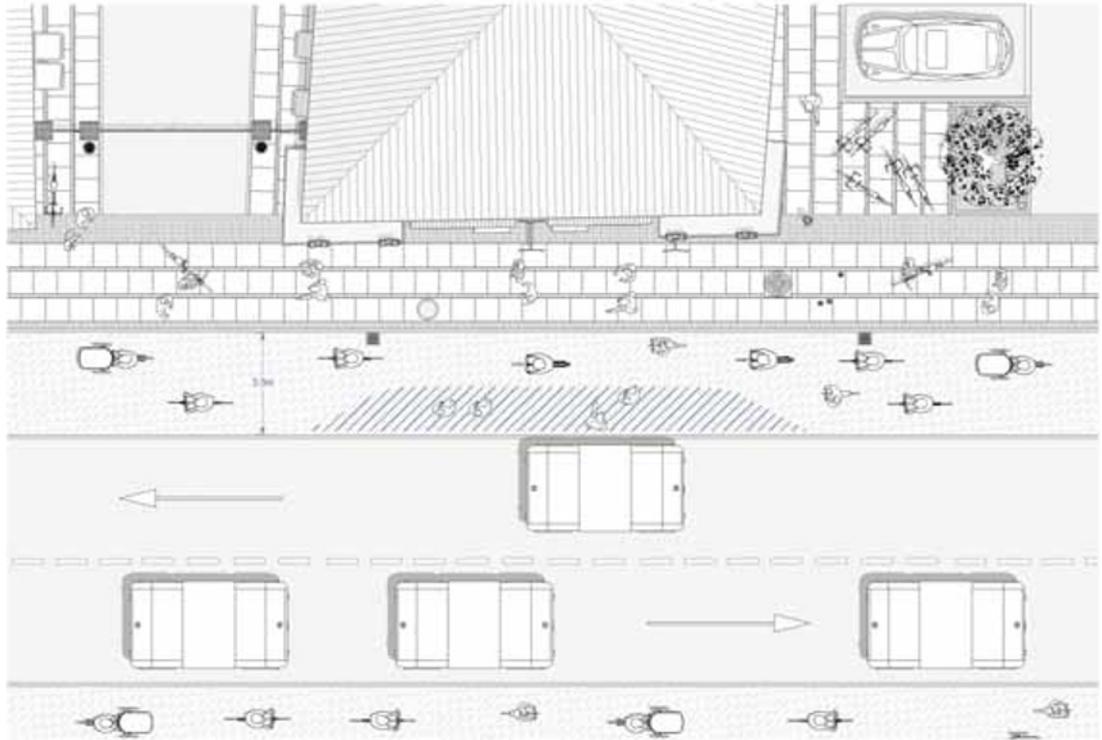
This design proposal utilizes advancements in the Internet of Things (IoT), where embedded sensors, lights, and transmitters allow vehicles to communicate with road infrastructure. Rather than having fixed street infrastructure that designates where certain functions should occur, the streetscape is enhanced with a grid of LEDs that can reallocate space in accordance with changing traffic volumes. Fixed on-street parking and bus stops are removed, allowing the third lane of the street to no longer be needed, and that space is redistributed to widen the cycle lanes to 3.5 m in both directions (fig. 22). AV shuttles do not have fixed stopping points but are free to stop anywhere along the road (fig. 20). When a user makes a request to be picked up or dropped off, GPS coordinates of the location are communicated between the mobile device, AV shuttle, and the road in preparation for the stop. As the AV shuttle approaches the destination, the road surface changes at the threshold between the road and cycle path to indicate a buffered area where passengers will alight and gives safe notice to incoming micromobility devices to avoid the buffered area. Modes using the cycle path will continue to have right of way, although half of their expanded lane will now be demarcated as a buffered passenger zone (fig. 17). Enforcement of this buffered zone is enabled through sensors in the road that track infringements through in-vehicle unique identifiers (UID). These road sensors monitor the user's duration in the buffered zone, and the road surface only returns to normal once the user has left the area. It is important to note that in this design, priority is given to modes using the cycle path, so this form of traffic is not halted due to AV service. Modes using the cycle path will have the right of way, while AV shuttles will stand on the road rather than adjacent to the curb, knowing that other connected AV shuttles will anticipate the stop and wait or re-route if necessary.

**Figure 21.** Existing street plan. Commuters entering and exiting the bus are placed in conflict with cyclists. Although cyclists are required to give way to commuters, this law is often ignored because of lost inertia.



Source: JAJA Architects

**Figure 22.** Proposed street plan. The removal of one lane of traffic has allowed the bicycle lane to be doubled in width. The new road surface is embedded with IoT-connected LEDs that can create temporary buffered zones to allow users to safely enter and exit AV shuttles that still allow bicycles to pass by.



Source: JAJA Architects

### 3. CONCLUSION

This article presents design experiments on possible public spaces with AVs, i.e., how AVs may contribute to changes in urban form if integrated as part of a sustainable transportation system. The design experiments were set in three different areas within Copenhagen, Denmark, and focused on:

1. How a shift to a shared AV system could present an opportunity to dissolve spatially segregated boundaries and provide communal amenities in an otherwise highly privatized monofunctional area in the suburb of Lyngby
2. How an existing commuter rail station in Lyngby could be adapted to integrate an AV shuttle system with adequate pickup and drop-off areas that support an efficient multi-modal transport system
3. How the reallocation of space toward active travel modes could take shape in an inner-city street of Copenhagen, where increasing micromobility traffic aggravates the pressure of spatial requirements on a traffic artery used for a fixed-route AV shuttle.

These design experiments highlight that changes in urban design and infrastructure development related to the introduction of automated mobility services may vary significantly according to urban form and street typology. The functional requirements of a street design vary within a city and are determined by factors such as adjacent land use types, position within the urban street network, diversity of travel modes and users, as well as designated speed limits.

Due to the expectation that automated vehicles could generate greater demand, the pressure on street designs to facilitate higher numbers of vehicles per hour could increase (Larco/Tierney 2020). Thus, competing demands for street space might be aggravated in the future. The urban design challenge will rest even more than today in finding a suitable balance between catering to demands for more efficient movement and demands for attractive spaces. This is especially the case on inner-city streets where competing spatial demands are already high and heterogeneous. Dynamic solutions, e.g., demand-based hop-on/hop-off areas, as presented in the design experiment for an inner-city street in Copenhagen, could pose a design-based measure that complements mobility management policies.

However, determining factors for adequate design interventions are highly contextual, both in material and political terms, and therefore require well-attuned solutions. To this end, local design experiments are critical in envisaging how to reallocate potentially freed-up space—due to a reduction in on-street parking—and tap into urban development potentials. As cities need to reevaluate the prioritization of modes and find solutions to safe mode interaction, design visions can elucidate the benefits of street design changes for the urban environment and surrounding land use. This also includes the question of how to spatially integrate modes and enhance a multimodal transport system, as shown in the design experiment on the transformation of the Lyngby train station into a mobility hub. Visualizing potential changes can serve as a critical tool that supports negotiation and collaboration between affected stakeholders or contrasting interests.

In addition, considering the long-term transition period leading toward automation, it is critical to reflect upon which changes could be implemented irrespective of vehicle automation and which changes need further investigation. Short-term issues that cities should address include strategies for curb management, prioritizing pickup and drop-off zones over on-street parking, increased cycling and micromobility lanes, as well as enhancing the integration between shared mobility and transit networks. While the influx of new mobility options is at a peak and the prospect of automated mobility does not appear to be fading, uncertainties regarding any trend's durability prevail. As a means of acting in uncertainty, cities are increasingly adopting pilot projects. Not merely to test AVs (see chapter 6), but also in order to test nighttime pickup and drop-off zones (Washington, D.C.), clearing curbs from commercial loading during designated times of day (New York City), or geofencing streets with high levels of active mobility interaction so as to avoid conflict with ride-sourcing services (San Francisco; Schaller 2019).

What is lacking are more comprehensive programs that would usher in the transition from public spaces characterized by parked cars and travel lanes to those that can be used flexibly and cater to shared modes. However, in order to develop guidelines on spatial requirements of new mobility options such as shared automated vehicles, further research and more comprehensive studies are necessary. Questions regarding the spatial demand for pickup and drop-off activities or short-term parking need more thorough investigation through simulation and modeling. However, these should be developed in collaboration with design methodologies and visualizations that are better able to integrate the context of local development goals and neighborhood characteristics.

## LITERATURE

- Alessandrini, A., A. Campagna, P. Delle Sitte, F. Filippi, and L. Persia 2015. “Automated Vehicles and the Rethinking of Mobility and Cities,” *Transport Research Procedia* 5, 145–160. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.01.002>.
- ARUP 2018. *FlexKerbs. Evolving Streets for a Driverless Future*, report, London. [https://www.arup.com/-/media/arup/files/publications/f/flexkerbs\\_roads-for-the-future\\_arup.pdf](https://www.arup.com/-/media/arup/files/publications/f/flexkerbs_roads-for-the-future_arup.pdf) (Mar 23, 2020).
- Backhaus, W., S. Rupprecht, and D. Franco 2019. *Road vehicle automation in sustainable urban mobility planning*, practitioner briefing, Cologne. [https://www.eltis.org/sites/default/files/road\\_vehicle\\_automation\\_in\\_sustainable\\_urban\\_mobility\\_planning\\_0.pdf](https://www.eltis.org/sites/default/files/road_vehicle_automation_in_sustainable_urban_mobility_planning_0.pdf) (Aug 19, 2020).
- Bendiks, S. and A. Degros 2019. *Traffic Space is Public Space: A Handbook for Transformation*. Zurich: Park Books.
- City of Copenhagen 2013. *Focus on cycling: Copenhagen guidelines for the design of road projects*, trans. Joan Høberg-Petersen, Copenhagen. [https://kk.sites.itera.dk/apps/kk\\_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1133](https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1133) (Aug 4, 2020).
- City of Copenhagen 2016. *CPH 2025: Climate Plan. Roadmap 2017–2020*, Copenhagen. <https://urban-developmentcph.kk.dk/artikel/cph-2025-climate-plan> (Aug 4, 2020).
- City of Copenhagen 2017a. *Copenhagen: City of Cyclists. The Bicycle Account 2016*, Copenhagen. [https://kk.sites.itera.dk/apps/kk\\_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1698](https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1698) (Aug 4, 2020).
- City of Copenhagen 2017b. *Cycle Track Priority Plan (2017–2025)*, Copenhagen. [https://idekatalog-forcykeltrafik.dk/wp-content/uploads/2019/05/cykelstiprioriteringsplan-2017-2025pdf\\_1620.pdf](https://idekatalog-forcykeltrafik.dk/wp-content/uploads/2019/05/cykelstiprioriteringsplan-2017-2025pdf_1620.pdf) (Aug 4, 2020).
- Dijkstra, R. and A. I. Ionescu 2019. “Streets and Robocars,” in *Robocar and Urban Space Evolution: City changes in the age of autonomous cars*, edited by A. I. Ionescu, V. M. Sanz, R. Dijkstra. TU Delft, 31–39.
- Erhardt, G. D., S. Roy, D. Cooper, B. Sana, M. Chen, and J. Castiglione 2019. “Do transportation network companies decrease or increase congestion?” *Science Advances* (5) 5, eaau2670. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau2670>.
- Gavanas, N. 2019. “Autonomous Road Vehicles: Challenges for Urban Planning in European Cities,” *Urban Science* (3) 61, 1–13. <https://doi.org/10.3390/urbansci3020061>.
- Henderson, J., and N. M. Gulrud 2019. *Street Fights in Copenhagen: Bicycle and Car Politics in a Green Mobility City*. London/New York: Routledge.
- Karndacharuk, A., D. J. Wilson, and R. Dunn 2014. “A Review of the Evolution of Shared (Street) Space Concepts in Urban Environments,” *Transport Reviews* 34 (2), 190–220. <https://doi.org/10.1080/0141647.2014.893038>.
- Larco, N. 2019. “Urbanism Next: Autonomous Vehicles and the City,” in *Robocar and Urban Space Evolution: City changes in the age of autonomous cars*, edited by A. I. Ionescu, V. M. Sanz, R. Dijkstra. TU Delft, 47–53.
- Larco, N. and G. Tierney 2020. “Impacts on Urban Design,” in *Multilevel Impacts of Emerging Technologies on City Form and Development*, edited by A. Howell, K. Lewis Chamberlain. Portland, OR: University of Oregon, 115–141.
- Luo, Y. 2019. “From Transportation Infrastructure to Green Infrastructure—Adaptable Future Roads in Autonomous Urbanism,” *Landscape Architecture Frontiers* (7) 2, 92–99. <https://doi.org/10.15302/J-LAF-20190209>.
- Marsden, G., I. Docherty, and R. Dowling 2020. “Parking futures: Curbside management in the era of ‘new mobility’ services in British and Australian cities.” *Land Use Policy* (91), 104012. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.031>.
- Meyboom, A. L. and L. Vass 2019. *Driverless urban futures: A speculative atlas for autonomous vehicles*. New York, NY/London: Routledge.
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuven, and I. Banerjee 2020. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*. Berlin: Springer Vieweg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61283-5>.

- NACTO 2019. *Blueprint for Autonomous Urbanism: Second Edition*, New York. <https://nacto.org/publication/bau2/> (Aug 19, 2020).
- POLIS 2019. "Macro Managing Micro Mobility: Taking the long view on short trips," discussion paper. <https://www.polisnetwork.eu/document/macromanaging-micromobility/> (Aug 19, 2020).
- SAE International 2018. "Surface vehicles recommended practice. J3016. Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles." [https://www.sae.org/standards/content/j3016\\_201806/](https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/) (Aug 19, 2020).
- Sasaki 2018. *Shifting Gears: An Urbanist's Take on Autonomous Vehicles*. [https://issuu.com/sasakiasociates/docs/shifting\\_gears\\_20180531\\_-\\_issue](https://issuu.com/sasakiasociates/docs/shifting_gears_20180531_-_issue) (Aug 19, 2020).
- Schaller, B. 2019. *Making the Most of the Curb: Managing passenger and parcel pick-up and drop-off on congested city streets*, report, Brooklyn, NY. <http://www.schallerconsult.com/rideservices/makingmostofcurb.pdf> (Aug 19, 2020).
- Scheurer, J. 2013. *Measuring Copenhagen's public transport accessibility and network performance in a European context*. [https://www.researchgate.net/publication/286814648\\_Measuring\\_Copenhagen%27s\\_public\\_transport\\_accessibility\\_and\\_network\\_performance\\_in\\_a\\_European\\_context](https://www.researchgate.net/publication/286814648_Measuring_Copenhagen%27s_public_transport_accessibility_and_network_performance_in_a_European_context) (Aug 4, 2020).
- Schlossberg, M., W. Riggs, A. Millard-Ball, and E. Shay 2018. *Rethinking the Street in an Era of Driverless Cars*, Urbanism Next, University of Oregon. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29462.04162>.
- Sinner, M., P. Khaligh, and U. Weidmann 2018. "Consequences of Automated Transport Systems as Feeder Services to Rail. SBB Fund for Research into Management in the Field of Transport," *IVT Schriftenreihe* (184). <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000266025>.
- Statistics Denmark 2016. AREALDK1: Land by land cover, region and unit (DISCONTINUED). <https://www.statbank.dk/statbank5a/default.asp?w=1920> (Aug 4, 2020).
- Statistics Denmark 2019a. BIL800: Families disposal of vehicles by region and pattern of disposal. <https://www.statbank.dk/statbank5a/default.asp?w=1440> (Aug 4, 2020).
- Statistics Denmark 2019b. BIL800: Families disposal of vehicles by region and pattern of disposal. <https://www.statbank.dk/statbank5a/default.asp?w=1920> (Aug 4, 2020).
- Statistics Denmark 2020. FOLK1A: Population at the first day of the quarter by region, sex, age and marital status. <https://www.statbank.dk/KM1> (Aug 4, 2020).
- Van Essen, H., X. Rijkee, G. Verbraak, H. Quak, and I. Wilmink 2009. "EU Transport GHG: Routes to 2050? Modal split and decoupling options," Paper 5, draft. <https://www.eustransportghg2050.eu/cms/assets/4823DraftPaper-5.pdf> (Aug 19, 2020).
- Venturi, R., D. S. Brown, and S. Izenour 1982. *Learning from Las Vegas*, 5th edition. Cambridge, MA: MIT Press.

**Open Access** This article is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence and indicate if changes were made.

The images or other third party material in this article are included in the chapter's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the chapter's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.





# 10 Am Ende der Straße: totale Sicherheit

Wie das Sicherheitskonzept von automatisierten und vernetzten Fahrsystemen den Straßenraum verändert

Mathias Mitteregger

<b>1.</b>	<b>Verkehrssicherheit als treibende Kraft</b>	<b>180</b>
1.1	Fahrroboter als Schlüssel zur Sicherheit	180
1.2	Perspektive Verkehrssicherheit: Wer profitiert?	181
1.3	Ein ganz neuer Weg	184
<b>2.</b>	<b>Straßen: Transport und Lebensraum</b>	<b>187</b>
2.1	Die Bedeutung des Straßenraums für Urbanität	187
2.2	Sicherheit und Öffentlichkeit	188
2.3	Augen auf der Straße	189
2.4	Das Ende gleicher Verhältnisse	189
<b>3.</b>	<b>Von Überwachung zu „Social Engineering“</b>	<b>191</b>
3.1	Das nie perfekte System	191
3.2	Ein neues Straßenmedium	193
	<b>Literatur</b>	<b>194</b>

---

Mathias Mitteregger  
TU Wien, future.lab Research Center  
mathias.mitteregger@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_10)

*„A major aspect of media effects and development appears in the case of the road as a means of transportation. Like writing or radio the ‚content‘ of the road is always another medium or other media, whether pedestrians, equestrians, wagons or cars. Depending on the type of vehicle-medium, the nature of the road-medium alters greatly“ (McLuhan 1960, Part III, 15).*

## 1. VERKEHRSSICHERHEIT ALS TREIBENDE KRAFT

Präsentationen, mit denen die Entwicklung selbstfahrender Autos beworben wird, beginnen häufig mit etwas, was mit Michel Foucault ein „Theater der Schmerzen“ genannt werden könnte (Foucault 2012: 42).<sup>1</sup> Während Fotos zerrissene Schulbusse und halbierte Autos zeigen, unterfüttert die vortragende Person den viszerale Eindruck mit Zahlen: 1,2 Millionen Menschen werden jedes Jahr im Straßenverkehr getötet, was Verkehrsunfälle zur häufigsten Todesursache für 15- bis 29-Jährige weltweit macht (WHO 2015: 2). Automatisierte Fahrsysteme sollen diese Tragödie beenden. Dazu müssen Menschen das Steuer an lernende Algorithmen abgeben, die den menschlichen Fähigkeiten überlegen und niemals müde, abgelenkt oder betrunken wären.

Verkehrssicherheit ist das dominante Argument mit dem – über ökonomische Interessen hinaus – der gesamtgesellschaftliche Mehrwert von Vernetzung und Automatisierung des Verkehrssystems argumentiert wird. Zahlreiche Akzeptanzstudien weltweit belegen die fundamentale Bedeutung der Sicherheit für die Durchsetzung der Technologie als Ganzes und es dürfte schwer ein Politikpapier zu finden sein, in dem dieser Aspekt nicht mehrmals betont wird. Selbst die Unfälle mit Testfahrzeugen und überschätzen Assistenzsystemen von Serienfahrzeugen tun dieser Sichtweise keinen Abbruch.

In diesem Beitrag wird der durch Automatisierung und Vernetzung angetriebenen Aspekt der Verkehrssicherheit aus der Perspektive des Straßenraums – mit all seinen Beteiligten – betrachtet. Es wird argumentiert, dass durch die bereits begonnene Entwicklung eine Kehrtwende vollzogen wird, mit der tatsächlich das Konzept der Verkehrssicherheit „von den Füßen auf den Kopf gestellt“ werden könnte. Eine derartige Neuorientierung würde nicht allein Verkehrssicherheit im engeren Sinn betreffen. Im Rahmen dieses Beitrags wird argumentiert, dass dadurch das auf Sichtbarkeit beruhende Prinzip der Öffentlichkeit untergraben und durch eine neue Form eines kuratierten Miteinanders ersetzt werden könnte.

### 1.1 FAHRROBOTER ALS SCHLÜSSEL ZUR SICHERHEIT

Automatisierte und vernetzte Fahrsysteme müssen sicher bzw. sicherer als das Auto heute sein. Dies gilt als Grundvoraussetzung für die breite gesellschaftliche Akzeptanz dieser Technologie (Lazarus et al. 2018). Dieser Zusammenhang geht über kulturelle Grenzen hinaus und wurde

---

1 Die dramatischste Präsentation dieser Art für mich war „Advancing the AV opportunity“ von Mark R. Rosekind, Chief Safety Officer von ZOOX, auf dem Automated Vehicle Symposium in San Francisco am 12. Juli 2018. Die Präsentation ist nicht online verfügbar. Teile des Inhalts werden in Shladover et al. 2019 wiedergegeben.

global nachgewiesen. „Sicherheit“ war der meist verwendete Begriff in allen untersuchten Studien, die in einem Literaturreview erfasst wurden (Jing et al. 2020). Damit wird zum einen der aktuelle Zustand fortgeschrieben, da bereits heute die Sicherheit des Fahrzeugs ein Hauptfaktor bei der Kaufentscheidung von Neuwagen ist (Vrkljan/Anaby 2011). Zum anderen wird die Latte auch nicht sonderlich hochgelegt, bedenkt man, wie viel gefährlicher Pkw zum Beispiel gegenüber Bussen des öffentlichen Verkehrs in der Europäischen Union sind (ERSO 2019: 26).

Auch wissenschaftliche Studien sind bisweilen uneingeschränkt optimistisch. Dies gilt vor allem für jene älteren Datums. Vollautomatisierte Fahrzeuge werden als das „crashless car“ (KPMG 2012, Allesandrini et al. 2015) idealisiert und popularisiert. Sie wurden zur technologischen Entsprechung der „vision zero“, dem Ziel, tödliche Unfälle im Straßenverkehr auf null zu reduzieren. Diese Vorstellung wurde bald wegen der unveränderten physikalischen Grenzen zurückgewiesen (Winkle 2015). Selbst in Simulationsstudien, die ein gesteigertes Verkehrsaufkommen durch vollautomatisierte Car-Sharing-Fahrzeuge nachgewiesen haben, wurde dennoch darauf bestanden: „improvements in road safety are almost certain“ (ITF 2015: 6). Auch in diesem Fall wurde ein grundlegender Widerspruch übergangen. Der als „exposure“ bezeichnete Zusammenhang zwischen der Häufigkeit, mit der VerkehrsteilnehmerInnen unterwegs sind bzw. einander begegnen, und dem Unfallrisiko ist über Jahrzehnte gut dokumentiert. Mehr Aktivität führt zu mehr Unfällen (Elvik et al. 2009: 35). Schließlich wurde zu mehr Zurückhaltung aufgerufen, da durch die Vorstellung, „autonome“ Fahrzeuge würden zu absoluter Verkehrssicherheit führen, bereits Erwartungen bei zukünftigen NutzerInnen geschürt wurden, die als unhaltbar und hochproblematisch bewertet werden (Georgieva/Kolodege 2018).

Nun wird meist zurückhaltender formuliert: In Politik- und Strategiepapieren sowie Publikationen aus der technischen Entwicklung wird der Zusammenhang von Automatisierung und gesteigerter (nicht absoluter) Verkehrssicherheit nicht mehr als gegeben angenommen, sondern umgekehrt als Voraussetzung für deren Zulassung gesehen. In vielen Politikpapieren wird betont, dass die erwarteten Vorteile der Automatisierung nur über zusätzliche Vernetzung realisiert werden können (im Kontext von C-ITS – Cooperative Intelligent Transport Services; vgl. „Declaration of Amsterdam“ 2016, European Commission 2017a, STRIA 2019, Meyer 2019). Es wird auch darauf hingewiesen, dass zunächst von Potentialen gesprochen werden sollte, denen auch neue Risiken und Unsicherheiten gegenüberstehen (Feigenbaum et al. 2018). Bezüglich der Unsicherheiten wird meist der Bereich der „cyber security“ betont. Trotz der Relativierungen jüngerer Zeit bleiben die Hoffnungen groß und durch jedes technologische Add-on wird der notwendige Investitions- und Entwicklungsbedarf erhöht. So wird weiter die Einschätzung vertreten, dass der Markteintritt nicht zu weit in die Zukunft verschoben werden darf. Da Automatisierung und Vernetzung potentiell bereits Leben retten könnten (wären derart ausgerüstete Fahrzeuge bereits etwas sicherer als herkömmliche Pkw), müssen auch Kompromisse in Kauf genommen werden: „We can’t wait for the perfect“ (Fox in Shladover et al. 2019: 4). Diese Auffassung gilt für Assistenzsysteme, die FahrerInnen unterstützen, ist allerdings, wie nachstehend gezeigt wird, nicht auf jene Automatisierungsgrade zu übertragen, in denen Menschen nur mehr PassagierInnen sind.

## 1.2 PERSPEKTIVE VERKEHRSSICHERHEIT: WER PROFITIERT?

Im wissenschaftlichen Diskurs wurde mittlerweile damit begonnen, nicht alleine auf mögliche Potentiale zu fokussieren, sondern auch gezielt die technologischen Einschränkungen in den Blick zu nehmen (Mitteregger et al. 2020b, Soteropoulos et al. 2020). Ein automatisiertes Fahrsystem, das allen Fahraufgaben, die auch von Menschen gemeistert werden, gewachsen ist, wird nun auch von der Industrie, wenn überhaupt, viele Jahre in der Zukunft gesehen (Krafcik in Marx 2018). Daraus folgt, dass auch mögliche Beiträge zur Verkehrssicherheit ungleich verteilt sind.

Die Durchsetzung von neuen Technologien und der damit einhergehende soziotechnische Wandel ist ein komplexer gesellschaftlicher Prozess (Schumpeter 1939, Geels/Schot 2007) und im Besonderen ein kommunikativer (Rogers 2003), der in der Vergangenheit immer von neuen räumlichen und sozialen Ungleichheiten begleitet wurde (Grübler 1992 sowie Beitrag 19 von Dangschat in diesem Band). Im Fall von automatisierten Fahrsystemen zeigen sich zusätzlich kleinräumliche Disparitäten, die durch unterschiedliche technologische Anforderungen von komplexen und weniger komplexen Straßenzügen bzw. Situationen entstehen. Je homogener, kontrollierter ein Straßenabschnitt ist und je mehr in dessen Instandhaltung investiert wird, desto besser ist er für automatisierte Fahrsysteme geeignet. Mit anderen Worten: Die Autobahn, am besten neugebaut, in hochentwickelten Industriegesellschaften und mit gutem Datennetz ist ihr ideales Einsatzgebiet. Langsam fahrende Shuttles, die in Erweiterung des öffentlichen Verkehrs eingesetzt werden, stellen diesbezüglich eine Ausnahme dar, setzen aber auch infrastrukturelle Begleitmaßnahmen voraus (vgl. Beitrag 14 von Allmeier et al. in diesem Band). Diese Einschränkungen können mit Verkehrsunfallstatistiken verglichen werden, um die Wirkungen des „crashless cars“ zu differenzieren. Es wurde schon darauf hingewiesen, dass die Messlatte der Verkehrssicherheit für einen Einsatz als Erweiterung des öffentlichen Verkehrs ungleich höher liegt als in Fortführung der Automobilität. Das europäische Bahnsystem würde sogar in die Kategorie „ultra-sichere Systeme“ fallen, für die grundlegend andere, teils paradoxe Voraussetzungen für den Einsatz neuer Technologien gelten würden (Amalberti 2001).

Von den über 1,2 Millionen tödlichen Straßenverkehrsunfällen, die immer wieder als Referenz für den gesellschaftlichen Nutzen von automatisierten und auch vernetzten Fahrsystemen bemüht werden, sind junge, arme Menschen in Länder mit niedrigem und mittlerem Einkommen überproportional betroffen. Auf diese Gruppe entfallen 90 Prozent der Verkehrstoten weltweit (WHO 2015: 4). Am schlimmsten ist die Situation im afrikanischen Raum, vor allem in Anbetracht des relativ geringen Motorisierungsgrades. Mit einem Anteil von insgesamt über 43 Prozent an den im Straßenverkehr tödlich verunglückten Personen sind FußgängerInnen und RadfahrerInnen die gefährdetste Gruppe (WHO 2015: 8).

**Abbildung 1:** Symbolbild der WHO für besonders gefährdete Personen im Straßenverkehr und Googles Testbetrieb in Chandler, Arizona



Die hier abgedruckten Bilder sind explizit von der Creative Commons Lizenz des Textes ausgenommen. Die Rechte bleiben bei den Verfassern. Quelle links: WHO (2015: VIII); Foto rechts: (Google 2020)

### **Automatisierung**

Die Entwicklung von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen läuft diametral gegen diese Ausgangslage. In den am stärksten betroffenen Ländern und Regionen werden weder bedeutende Tests durchgeführt noch gibt es virtuelle Testumgebungen, mit denen lernende Algorithmen trainiert werden könnten. Um Sensorik zu entwickeln, existiert ein einziger öffentlich zugänglicher Datensatz, der wiederum ausschließlich auf optische Sensoren ausgelegt ist (Mitteregger et al. 2020a, Kang et al. 2019).

Auch was mögliche Einsatzgebiete in bestehenden Straßennetzen betrifft, ist eine Differenzierung möglich. In Österreich, einem Spitzenreiter hoher Verkehrssicherheit, entfallen auf Autobahnen und Schnellstraßen 8,8 Prozent der Verkehrstoten. Der Großteil tödlicher Unfälle ereignet sich auf ehemaligen Bundesstraßen (204 Tote), Landesstraßen (104) und sonstigen Straßen (66; BMI 2020). Die Gesamtlänge des Straßennetzes in Österreich 2010 betrug 114.590 Kilometer, davon waren etwa rund 2.185 Kilometer Autobahnen oder Schnellstraßen, was einem Anteil von ca. 2 Prozent entspricht (BMVIT 2012). Außerdem zeigt sich in Österreich und vor allem auch anderen Ländern mit hoher Verkehrssicherheit, dass die Sicherheit für VerkehrsteilnehmerInnen innerhalb von Fahrzeugen zu-, aber für VerkehrsteilnehmerInnen außerhalb eines motorisierten Verkehrsmittels abgenommen hat oder gleichgeblieben ist. So sind zum Beispiel die tödlichen Unfälle von FahrradfahrerInnen auch in Österreich in den letzten Jahren steigend, während sie für Pkw rückläufig sind (Statistik Austria 2017: 11). Die Unfallrate, die Zahl der Unfälle je zurückgelegter Distanz, liegt für FußgängerInnen 6,7-mal und für FahrradfahrerInnen 9,4-mal höher als für LenkerInnen eines Pkw (Elvik 2009: 56).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mit hohem technologischem und ökonomischem Einsatz mittelfristig eine Steigerung der Verkehrssicherheit nur in ohnedies privilegierten Ländern und hier wiederum in einem Bruchteil des Straßenverkehrsnetzes wahrscheinlich ist. Echte globale Probleme der Verkehrssicherheit liegen nach heutigem Maßstab völlig außerhalb der anzunehmenden Entwicklung automatisierter Fahrsysteme. Auch sind keine ernsthaften Anstrengungen sichtbar, die tatsächliche Ausgangslage in der Technologieentwicklung zu berücksichtigen.

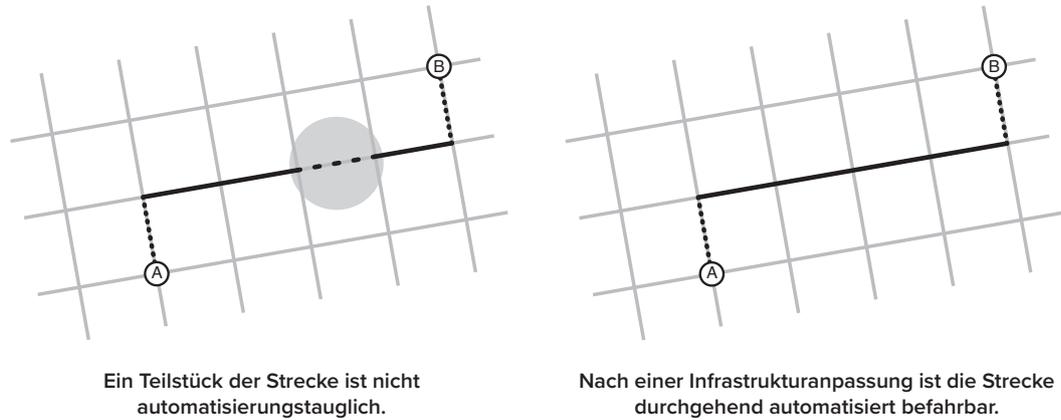
### **Vernetzung**

Die Vernetzung von Fahrzeugen soll in zwei Bereichen die Verkehrssicherheit steigern. Erstens sollen automatisierte und vernetzte Fahrsysteme bei der Umfelderkennung unterstützt werden. In bestimmten Streckenabschnitten (z. B. Kreuzungen, Autobahnfahrten, Baustellenbereichen) oder unter Bedingungen, auf die ein Fahrsystem nicht ausgelegt ist (z. B. Schnee, Regen oder während Unfällen), ergänzen die in der Infrastruktur verbauten Sensoren oder jene anderer Fahrzeuge Umgebungsinformationen, damit die Fahraufgabe weiter bewältigt werden kann (Carreras et al. 2018, STRIA 2019). Der Einsatz der Sensorik wird aktuell vor allem auf Autobahnen diskutiert. Das Ziel ist, die Eignung des Streckennetzes gezielt zu heben bzw. Lücken auf einzelnen Routen durch infrastrukturelle Investitionen zu schließen (Abb. 2). Verfällt zum Beispiel die Tauglichkeit für automatisierte Fahrsysteme in einem Abschnitt einer prinzipiell für den Einsatz von automatisierten Fahrsystemen geeigneten Strecke, springt die Infrastruktur ein, um zu kompensieren (Abb. 2 rechts). Die Vernetzung des Fahrzeugs und geeignete Sensoren als Teil der digitalen Infrastruktur sind hierfür Voraussetzung.

Obwohl noch ein einheitlicher Standard noch fehlt, werden Streckenabschnitte schon teilweise mit Sensorik ausgestattet, um sogenannte „Day-1-Services“ (Informationen u. a. über Baustellen oder defekte Fahrzeuge am Straßenrand) zu realisieren. Dabei werden Informationen über das vernetzte Fahrzeug an den/die FahrerIn weitergegeben (ASFINAG 2019, European Commission 2017a).

Day-1-Services bereiten auch den zweiten Bereich vor, in dem Vernetzung die Verkehrssicherheit automatisierter Fahrzeuge unterstützen soll. Sie ermöglicht die umfassende Dokumenta-

**Abbildung 2:** Ertüchtigung eines Streckenabschnittes für automatisierte Fahrsysteme durch digitale Infrastruktur



Quelle: eigene Darstellung nach Alkim in STRIA (2019: 21)

tion von Unfällen oder Vorfällen (und die Reaktion des Fahrsystems darauf)<sup>2</sup> bzw. in fernerer Zukunft live den aktuellen Zustand des Umfelds und des Fahrsystems. Durch die Kommunikation der Fahrsysteme untereinander oder über eine Leit- bzw. Kontrollstelle könnten aktuelle Informationen ausgetauscht und in der Verkehrssteuerung bzw. der Routenplanung berücksichtigt werden. Zudem lernen automatisierte und vernetzte Fahrsysteme voneinander (Casademont et al. 2019). So wäre es möglich, dass automatisierte und vernetzte Fahrzeuge eines Herstellers, eines Verkehrsträgers oder das Verkehrssystem als Ganzes Schritt für Schritt optimiert werden würden. Derart vernetzte Systeme wären Menschen mit jedem gefahrenen Kilometer immer weiter überlegen, da – so die Vision – „[a]ll the unborn cars get born with the full wisdom of their forefathers“ (Thrun in Shakland 2016).

Die dafür notwendige digitale Infrastruktur würde jedenfalls erhebliche Kosten verursachen, die über die öffentliche Hand an die Allgemeinheit weitergegeben werden könnten (Polis 2018, Mitteregger et al. 2019). Eine vergleichbare Dynamik der Externalisierung der Kosten eines elitären Systems stand auch am Beginn des Automobilzeitalters (McShane 1994: 203–228). Auch aufseiten der digitalen Infrastruktur wurden bislang vor allem die Probleme im Bereich der Cybersecurity hervorgehoben (Landini 2020).

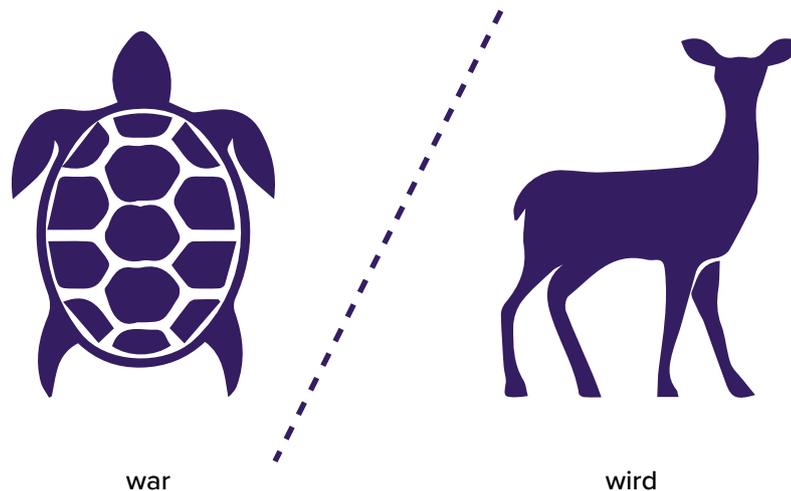
### 1.3 EIN GANZ NEUER WEG

*„The future of this new technology is so full of promise. It’s a future where vehicles increasingly help drivers avoid crashes. It’s a future where the time spent commuting is dramatically reduced, and where millions more – including the elderly and people with disabilities–gain access to the freedom of the open road. And, especially important, it’s a future where highway fatalities and injuries are significantly reduced“ (Elaine L. Chao in NHTSA 2017: i).*

2 Ob die Reaktionsmechanismen und Entscheidungsgrundlagen eines so komplexen und auf lernende Algorithmen basierenden Systems wie eines hochautomatisierten Fahrzeuges oder einer vernetzten Flotte jemals eingesehen werden können, scheint fraglich (Castelvecchi 2016).

Der Weg, der mit Automatisierung und Vernetzung von Straßenfahrzeugen begonnen wurde, wird als ein grundlegend neues Konzept der Verkehrssicherheit beschrieben. Das neue Ziel ist, durch technische Systeme Unfälle zu vermeiden, bevor diese eintreten (vgl. Rosekind in Shladover et al. 2019: 4). Im Kern betrifft dies den Übergang von passiven zu aktiven Sicherheitssystemen: Passive Sicherheitssysteme wie Gurt, Stoßstange oder Airbag mindern die Folgen eines Unfalls (für die InsassInnen), aktive Sicherheitssysteme wie Notbremsassistent oder Adaptive Cruise Control verhindern den Unfall.

**Abbildung 3:** Sicherheit als Panzer (passive Sicherheit) und Sicherheit als Vorsicht (aktive Sicherheit)



Quelle: eigene Darstellung

Diese Logik entspricht jener der Luftfahrt, bei der dieses Prinzip umfassend eingesetzt wird. Für die Sicherheit der PassagierInnen im Falle potentiell katastrophaler Ereignisse spielen Gurt oder Beschaffenheit des Rumpfes eine untergeordnete Rolle. Die hohe Sicherheit von zivilen Linienflügen wird vor allem erreicht, weil ein System geschaffen wurde, das die wesentlichen externen Risikofaktoren erfassen kann und bekannte Unfallursachen durch menschliches Fehlverhalten verhindert. Die Hauptbestandteile dieses Systems sind eine lückenlose Flugverkehrskontrolle und umfassende Wetterdaten. Konkret bedeutet dies, dass die PassagierInnen nicht in erster Linie für das Durchfliegen einer Gewitterzelle entsprechend gesichert werden, sondern, dass eine Gewitterzelle erkannt oder antizipiert und umflogen wird. Zudem unterstützen umfassende Assistenzsysteme die PilotInnen, denen in vielen Fällen nur mehr eine überwachende Rolle zukommt. Was würde diese Logik für den Straßenverkehr und im Besonderen für den Straßenraum bedeuten?

Automatisierte und vernetzte Fahrsysteme befinden sich bislang erst in der frühen, formativen Phase der Technologieentwicklung (Anderson/Tushman 1990; Bergek et al. 2008; Mitteregger et al. 2020b: 69). Sprechen wir heute über die Wirkungen von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen, dann wird eine Diskussion um die Potentiale von konzeptionellen Designs geführt: Deren tatsächliche Funktion entspricht dem, was man für diese frühe Entwicklungsphase erwarten würde. Sensoren sind selbst unter Idealbedingungen in den meisten Aspekten den menschlichen Fähigkeiten entweder gleichwertig oder unterlegen. Dazu nimmt ihre Funktionsfähigkeit stark ab, wenn sich die Umfeldbedingungen vom idealen Zustand (gute Sicht, deutlich erkennbare Bodenmarkierungen etc.) entfernen (Schoettle 2017). Aber auch unter guten Bedingungen ist die Performance noch eingeschränkt: Eine Studie, die Tests in Kalifornien untersucht hat, konnte nachweisen, dass Auffahrunfälle bei Tests wahrscheinlicher sind, wenn das

automatisierte Fahrsystem aktiviert ist und nicht menschliche SicherheitsfahrerInnen am Steuer sind (Boggs et al. 2020). Diese medial und öffentlich ausgetragene Diskussion ist deswegen relevant, weil bereits in dieser frühen Phase in der Diffusion neuer Technologien grundlegende Funktionsweisen ausgehandelt werden (Rogers 2003, Foucault 1981, vgl. Beitrag 4 von Manderscheid sowie Beitrag 19 von Dangschat in diesem Band).

Die Verkehrssicherheit betreffend zeigen sich im aktuellen Diskurs zusammenfassend folgende grundlegende Ansprüche an automatisierte und vernetzte Fahrsysteme.

1. Den Konzepten automatisierter und vernetzter Fahrsysteme werden hohe theoretische Fähigkeiten (Potentiale) im Bezug zur Verkehrssicherheit unterstellt.
2. Diese Unterstellung wird von den beiden Annahmen getragen, dass automatisierte Fahrsysteme:
  - a. zuverlässiger als menschliche FahrerInnen funktionieren könnten und
  - b. den Menschen kognitiv überlegen sein werden.
3. Vernetzung könnte die Umfelderkennung erweitern und mögliche Schwächen eines automatisierten Fahrsystems kompensieren.
4. Schließlich wird durch Vernetzung umfassendes Reporting (von Unfällen, Fast-Unfällen, Vorfällen und Fast-Vorfällen) möglich, wodurch alle Teile eines Systems voneinander lernen und die Performance weiter gesteigert würde.

Die Vorstellung eines automatisierten und vernetzten Verkehrssystems als perfektes passives Sicherheitssystem würde einen tatsächlichen Paradigmenwechsel bedingen. Dieser wurde von der Europäischen Kommission klar formuliert: Verkehrssicherheit (und Verkehrsfluss) wurden für lange Zeit von FahrerInnen und anderen VerkehrsteilnehmerInnen organisiert. Das System beruhte darauf, dass Verkehrsregeln eingehalten oder verkehrssteuernde Maßnahmen befolgt werden. Der automatisierte und vernetzte Verkehr stellt diese Logik auf den Kopf: Ein Bottom-up-System wird zu einem Top-down-System (STRIA 2019: 8)<sup>3</sup>.

Es ist undenkbar, dass eine derart grundlegende Neuorientierung nicht zu einem ebensolchen Wandel des Straßenraums führen würde. Dieses auf Perfektion ausgelegte Sicherheitssystem würde Einfluss auf alle anderen Tätigkeiten haben, die im Straßenraum über den Transport hinaus sonst so gemacht werden. Das ist der Unterschied zur Luftfahrt, deren Sicherheitssysteme übertragen werden. Dieser Aspekt des automatisierten und vernetzten Straßenverkehrs betrifft nicht allein Verkehrssicherheit im engeren Sinn. Zur Debatte steht das Prinzip, das eine Gesellschaft wählt und mit dem Sicherheit im öffentlichen Raum der Straße erreicht werden kann. Davon sind vielfältige Teilbereiche betroffen, die nicht allein auf eine verkehrliche Betrachtung reduziert werden können und auch nicht – wie das häufig problematisierte Feld der Cybersecurity – technologisch lösbar sein werden.

---

3 Im Wortlaut: „In road transport, e.g. where safety and efficiency have been organized for long time with the driver and other road users in charge of complying with traffic rules and traffic management, connected and automated road transport turns this concept from bottom-up to top-down: If the electronic control systems embedded in the vehicle take decisions instead of the human driver, the cognitive capabilities of an automated vehicle are determined by the performance of its perception systems, algorithms and knowledge base“ (STRIA 2019: 8).

## 2. STRASSEN: TRANSPORT UND LEBENSRAUM

Den Straßenraum alleine auf die Funktion der physischen Zirkulation zu beschränken ist ein Reduktionismus mit bekanntermaßen weitreichenden Folgen. Straßen sind auch wertvoller Lebensraum und durch diese doppelte Bedeutung untrennbar an das Konzept von Stadt selbst gebunden (Marschall 2009). Die Bedeutung, die Straßen in der Betrachtung der Geschichte der Stadt zugeschrieben wurde, wird nachstehend umrissen.

Die Bewegung von Dingen durch und in den Straßen ermöglicht den Metabolismus von dichten menschlichen Siedlungen: Er hat eine vor allem biologische Komponente, wenn es um den stetigen Fluss von Konsumgütern geht. Er hat aber auch eine stärker kulturelle Komponente, wenn es um den Austausch von Werken geht, die darauf ausgelegt sind, ihre HerstellerInnen zu überleben. Und schließlich leben Städte nicht nur von der Bewegung von Dingen. Der Fluss von Ideen in und durch Straßen ermöglicht das kommunikative Hinterfragen und das Schaffen eigener Verhältnisse: die gesellschaftliche Komponente, die im Austausch mit dem Anderen, dem Reisenden entstehen (Arendt 1958; Reki 2004; Simmel 1908: 509–512). Der über Straßen organisierte Fluss von Menschen, Dingen und Ideen (und das Stocken dessen) erhält Städte und Stadtgesellschaften und macht es notwendig, die eigene Position ständig neu zu bestimmen.

Ohne den öffentlichen Raum der Straße wären dichte Siedlungen unbewohnbar oder sie müssten, wie von ArchäologInnen freigelegte alternative Konzepte zeigen, grundlegend neu gedacht werden (Hodder/Pels 2010). Auch hier gibt es einen funktionalen Aspekt, weil BewohnerInnen in dichten urbanen Räumen attraktive öffentliche Räume brauchen (deren Bedeutung angesichts der globalen Klimakrise weiter zunimmt und während der Covid-19-Pandemie wieder erkannt wurde), die als Erweiterung des Wohn- und Lebensraums zum Sitzen, Reden oder zum Spielen genutzt werden können (Gehl 2009, EEA 2009). Diese beiden häufig in Konkurrenz stehenden Anforderungen an den Straßenraum – Transport auf der einen und Aufenthalt auf der anderen Seite – prägen seit jeher die Entwicklung von Straßen und Städten. Dieser Nutzungskonflikt führt aber letzten Endes dazu, dass Straßen als „institutionalisierte menschliche Bewegung“ gesehen werden können (Rykwert 1986) und ihre Gestalt und Nutzung dominante Machtstrukturen, Identitäten und Lebensweisen offenbaren (Sheller/Urry 2006, Cresswell 2011: 551).

### 2.1 DIE BEDEUTUNG DES STRASSENRAUMS FÜR URBANITÄT

*„[C]ities are their streets. Streets are not a city's veins but its neurology, its accumulated intelligence“ (Gopnik 2016).*

Die Bedeutung von Straßen als Lebensraum ist über die funktionale Zuschreibung im Sinne der Lebensqualität nicht ausreichend erfasst. Seit der Antike werden Straßen als Teil des öffentlichen Raums gesehen, wodurch die Stadt („polis“) erst von einer Ansammlung an Steinen („urbs“) zu einer Gemeinschaft von Menschen („civitas“) wird, die nach bestimmten Prinzipien handelt (Fustel de Coulanges 1979). Den öffentlichen Raum der Straße zu betreten, bedeutet, die kontrollierte Sicherheit des privaten Raums zu verlassen, denn was öffentlich ist, kann betrachtet, kritisiert und modifiziert werden – vorausgesetzt, es wird von der Öffentlichkeit wahrgenommen (Arendt 1958: 95). So wird der soziale Raum der Straße ständig neu erzeugt und verändert (Massey 2005). Er wandelt sich mit den AkteurInnen im Tagesverlauf, während der

Jahreszeiten, durch Gesetze und eben auch mit Technologien, die neue Arten der Lebensführung ermöglichen (Gerhardt 2012: 32f.). Die „offene, leicht wandelbare Natur von Straßen“ (Appleyard 1987: 1) liegt hierin begründet.

Als Teil des öffentlichen Raums ist die Straße der Ort für das formalisierte und spontane Geschehen von sich wandelnden Stadtgesellschaften – wo Hinrichtungen, Musik, Protest, ein Fußballspiel oder Liebe stattfinden können. Jede Neugestaltung der Straße hat demnach immer Folgen für die Stadt als Ganzes und deren Gesellschaft. So wird die Straße zum Schauplatz kultureller Kämpfe: Wo das Recht zu protestieren eingeschränkt, der Zugang zum Straßenraum für Teile der Gesellschaft verstellt oder der Raum zwischen FußgängerInnen, RadfahrerInnen und Autos neu verteilt wird, ist das Konzept der Stadt als Ganzes betroffen. Dementsprechend ist ein kritischer Diskurs gegenüber neuen Technologien im öffentlichen Raum mehr als geboten, da sie, mit lokalen Eigenheiten, den Straßenraum durch Platzansprüche, Emissionen und notwendige neue Regelwerke global verändern können. Das Auto ist hierfür das bekannteste Beispiel.

## 2.2 SICHERHEIT UND ÖFFENTLICHKEIT

Auf der Suche nach „anthropologischen Gemeinsamkeiten des Mobilitätsverhaltens“ bedient sich Cesare Marchetti eines biologischen Determinismus: Menschen leben mit einer inhärenten Spannung, die zwischen einem „Höhlentrieb“ auf der einen und dem „grundlegenden Trieb [...] ihr Territorium zu erweitern“, auf der anderen Seite entsteht (Marchetti 1994: 75). Aus diesem Grund sei jedes Verlassen der Höhle „aufwendig“, da das Streben nach außen nicht nur mit körperlicher Anstrengung verbunden ist, sondern auch die „Gefahr [,]von Raubtieren oder Feinden attackiert zu werden“, lauert (ebd.). Diese düstere Sicht auf das menschliche Dasein wirft die Frage auf, wie mit derartigen Trieben ausgestattete Tiere Siedlungen schaffen und von Dörfern zu Metropolen weiterentwickeln konnten, die Marchetti im Verlauf seines Textes dann auch zur Beweisführung verwendet.

Einige der erschreckendsten Szenen der Literatur basieren darauf, dass die „wandelbare Natur der Straße“ umschlägt, die Masse zur Meute wird und sich gegen den/die Einzelne/n oder eine Minderheit wendet. Und auch die Freiheit des öffentlichen Raums bleibt immer ein Privileg, das nie allen zuteil werden kann (Arendt 1958: 51). Die grausame Realität, die daraus entsteht, ist, dass sich obdachlose Personen, Mitglieder von Minderheiten oder diskriminierte Personengruppen zwar im öffentlichen Raum befinden, ihre Anwesenheit aber ignoriert und ihr Handeln und auch ihre Sicherheit dementsprechend eingeschränkt werden (vgl. Simmel 1903).

Marchettis Vorstellung eines Hobbes'schen Naturzustands der Mobilität bleibt fragwürdig. Die so gestützte Theorie von konstanten Zeitbudgets ist allerdings im Diskurs zu möglichen Effekten von automatisierten Fahrzeugen wieder aufgetaucht (Almeida Correia et al. 2016, Maia/Meyboom 2018, Newman et al. 2016). Was sie aber ungeachtet der ihr innewohnenden Agoraphobie zeigt, ist die Bedeutung von Sicherheit für die Nutzung des öffentlichen Raums, denn so bedeutend die Straße als Transport- und Lebensraum für Städte ist, so fragil bleibt der Schutz, den sie bietet.

„[D]ie Straße war immer der Ort des [...] Konflikts, zwischen Barriere und Zugang, zwischen Bewohner und Reisenden, zwischen dem Leben auf der Straße und dem drohenden Tod“ (Appleyard 1987: 9). Entgegen Marchettis These wurde die Exponiertheit oder Sichtbarkeit, die mit der Öffentlichkeit notwendigerweise verbunden ist, mit einer bestimmten Form von Sicherheit in Verbindung gebracht – eine Form von Sicherheit, die auf Dichte und Diversität beruht. Sind nicht Menschen soziale Tiere, die alleine nicht lebensfähig sind (Aristoteles Pol. 1253a1-11)? Und würde man nicht die von Cafés und Bars belebte Straße am nächtlichen Heimweg in den allermeisten Fällen der dunklen Gasse vorziehen?

Immanuel Kant ging soweit, dass er die Öffentlichkeit zum konstituierenden Prinzip seiner Philosophie erklärte. Demnach funktioniert die Öffentlichkeit als kritisches „Publikum“ und deckt jenes Verhalten auf, demnach der/die Einzelne zum eigenen Vorteil handelt und andere in ihrem Handeln einschränkt oder gefährdet. „Lichtscheu“, so Kant, ist alles, was nur im Privaten getan werden muss: Wenn es öffentlich werden würde, bestünde das Risiko, dass „der Widerstand Aller gegen meinen Vorsatz gereizt“ wird (EwF 391, EwF 386; Gerhardt 2012: 163f.). Dazu ist es notwendig, dass man einander gleichberechtigt begegnet. Sich in die Öffentlichkeit zu begeben, bedeutet, ein gewisses Risiko einzugehen, denn ich selbst werde auf die Aufmerksamkeit der Anderen angewiesen sein und meine Handlungen werden kritisch geprüft. Im Gegenzug kontrolliere ich mit meiner Aufmerksamkeit, was geprüft und wer geschützt wird. Nur wo der überwachende Blick erwidert werden kann, herrschen gleiche Verhältnisse.

## 2.3 AUGEN AUF DER STRASSE

Die in der Stadtplanung bekannteste Vertreterin der Position, dass Sichtbarkeit, Sicherheit und Öffentlichkeit ineinandergreifen, ist Jane Jacobs. Sie erinnert ihre Leserschaft daran, dass sichere Straßen nicht das Produkt eines zentralisierten Machtsystems sein können, sondern von den Individuen geschaffen werden, die sie nutzen. „Gehsteige und diejenigen, die sie benutzen, sind keine passiven Begünstigten von Sicherheit oder hilflose Opfer von Gefahren. Bürgersteige, ihre angrenzenden Nutzungen und ihre Nutzer sind aktive Teilnehmer am Drama der Zivilisation versus Barbarei in den Städten“ (Jacobs 1961: 30). Für Jacobs bedarf es der „Augen auf der Straße“ vor allem durch jene Personen, die sich im Straßenraum und auch in den anliegenden Gebäuden befinden (ebd.: 35). Gemeinsam sorgen sie für die Sicherheit, die ein Leben in der Straße – und damit in der Stadt – erst ermöglichen.

Auch Jacobs hat ein paritätisches Prinzip zugrunde legt: Die Öffentlichkeit selbst schafft das zivilisierte Miteinander. Wo das gleichberechtigte Miteinander gebrochen wurde, „kann keine noch so große Zahl an Polizisten das zivilisierte Zusammenleben wiederherstellen“ (ebd.: 31). In diesem Beharren auf dem Prinzip der Gleichheit zeigt sich Jacobs' demokratische Grundhaltung – und auch wenn sie darauf besteht, dass dies auch für die Straßen der New Yorker Upperclass gilt. Alle möglichen Bediensteten, Portiere oder Hundesitter (heute sind es vermehrt Überwachungskameras) bevölkern hier den Straßenraum; sie tun dies allerdings nur, weil sie dafür bezahlt werden. Tatsächlich, so Jacobs, fehlen diesen Orten die Gründe, die irgendjemand hier aus freien Stücken in den Straßenraum ziehen würden (ebd.: 40). Der entscheidende Punkt ist, dass Sicherheit nur zu „Zivilisation“ führen kann, wenn diese von der Öffentlichkeit erzeugt und nicht von einem institutionalisierten Machtapparat durchgesetzt wird. Alle technischen Mittel oder institutionellen Körper verletzen dieses Prinzip.

Sartre legt in *Sein und das Nichts* eine detaillierte Argumentation vor, die Jacobs später angestellten Beobachtungen in den Straßen des Greenwich Village in New York entspricht. Sartre beharrt darauf, dass Gleichheit und Freiheit nur dort existieren, wo Blicke erwidert werden (1962: 356). Diese Machtdynamik verlässt das Gleichgewicht, wenn eine Person zum Beispiel durch ein Schlüsselloch späht und sieht, ohne gesehen zu werden. Der architektonische Ausdruck dieses Prinzips ist das Panopticon, das durch Foucault zur Ikone moderner Überwachungsmechanismen wurde (Foucault 2012).

## 2.4 DAS ENDE GLEICHER VERHÄLTNISSE

Jacobs' Abneigung gegen den Pkw ist eng mit dieser Argumentation verbunden. Berühmt wurde ihre Teilnahme an den Protesten gegen Stadtautobahnen wie den Lower Manhattan Expressway, den der damalige Stadtplaner Robert Moses durch Manhattan schlagen wollte (Gratz 2010).

Jacobs' Beharren auf den Zusammenhang von gleichberechtigter Sichtbarkeit, Öffentlichkeit und Sicherheit macht deutlich, dass eine auf das Auto ausgerichtete Stadtstruktur nicht nur die Verkehrssicherheit im engeren Sinn betrifft, sondern es zeigt sich auch ein tiefer greifender Effekt, der für „die vielleicht größte Transformation der Stadt in den letzten tausend Jahren“ (Marshall 2005: 3) verantwortlich war: Der motorisierte Individualverkehr hat dazu geführt, dass das paritätische Prinzip des öffentlichen Raums in so gut wie allen Städten untergraben wurde. In einem Auto nimmt man die Menschen im Straßenraum natürlich wahr, aber jede visuelle Begegnung wird drastisch verkürzt. Die Gestalt des Menschen im Fahrzeug ist durch die Reflexion der Scheiben für andere teilweise verborgen. Stimmen von außen können durch das Chassis des Fahrzeugs höchstens gedämpft wahrgenommen werden, alles an Geräuschen, die ins Innere gelangen, muss gegenüber dem Geräusch des Motors bestehen. Der Körper der Person im Fahrzeug ist geschützt, beansprucht mindestens zehn Quadratmeter, während alle anderen Tonnen von Stahl ausgesetzt sind. Unter diesen ungleichen Voraussetzungen verschwand die bis zum motorisierten Individualverkehr bestehende Beziehung, in der die belebtesten Straßen immer auch die wichtigsten sozialen Orte der Stadt waren (ebd.: 3f.).

**Abbildung 4:** Lower Manhattan Expressway, New York City (Modell)

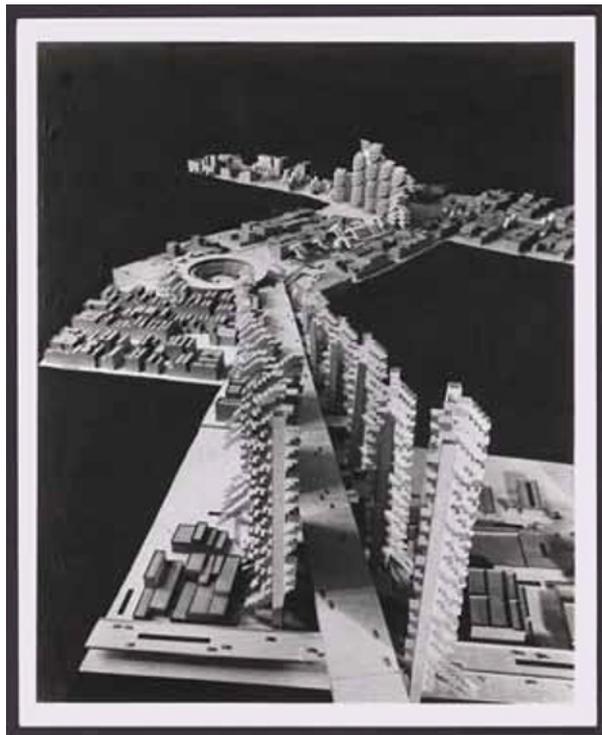


Foto: Paul Rudolph, Lower Manhattan Expressway, New York City, ca. 1970. Modell, Perspektive; Library of Congress, [www.loc.gov/item/2010647138/](http://www.loc.gov/item/2010647138/).

Ein ernsthafter Versuch, die durch das Auto verlorene Sicherheit der Straße wiederherzustellen, betreffe dementsprechend nicht allein die Reduktion von Verkehrsunfällen allein: Es ginge um die Wiederherstellung gleichwertiger Verhältnisse in großen Teilen des Straßennetzes und damit einer räumlichen Situation, in der Sicherheit das Entstehen von Öffentlichkeit stützt. Der Blick auf die Vergangenheit weist allerdings in eine andere Richtung. Da wechselnde Begriffe der Freiheit von wechselnden Mobilitätsmöglichkeiten begleitet wurden, gingen durch die Geschichte neue Mobilität und neue Formen der Überwachung Hand in Hand.

### 3. VON ÜBERWACHUNG ZU „SOCIAL ENGINEERING“

*„[The] movement of persons and of ‚things‘ (goods) will become the focal points of the transport system. All people will be connected to the transport system, as will be all goods (via the ‚Internet of Things‘), and they will collect and share information“ (European Commission 2017b: 10).*

Im Feudalismus wurden all jene, die keinem Herren zuzuordnen waren, mit Brandzeichen versehen. Statistische Methoden der Volkszählung und Gefängnisse verbreiteten sich zu einer Zeit, als Nationalstaaten entstanden sind und die Mobilität auch für Arme zunahm. Dem Pkw wird nachgesagt, dass er als privater Raum auf öffentlichem Gut dazu beigetragen hat, dass die Justiz sich immer weiter in die vormals privaten Lebensbereiche vorgewagt hat (Cresswell 2006, Foucault 2007, Seo 2019).

Mit steigender Mobilität wurde so Schritt für Schritt das auf Gegenseitigkeit basierende Prinzip der sozialen Kontrollen in Gesellschaften von Institutionen und technischen Innovationen übernommen. In einem Zukunftsszenario, das als Teil in *Mobilities* veröffentlicht wurde (Urry 2007), denkt John Urry über automatisierte und vernetzte Fahrzeuge und die Mobilität in einem „digitalen Panoptikon“ nach. Später hatte Urry dieses Szenario angesichts der globalen Klimakrise auch für „zunehmend notwendig“ erachtet (Adey/Bissel 2010: 6) und darüber spekuliert, dass Singapur der erste Ort sein könnte, an dem dieser Zustand erreicht werden könnte. Entgegen Urrys These wird hier argumentiert, dass der Treiber für ein solches Szenario nicht die plötzliche Wertschätzung des fragilen Ökosystems sein könnte, sondern eine Reformation der Verkehrssicherheit.

#### 3.1 DAS NIE PERFEKTE SYSTEM

Wie würde so ein System aussehen? Wie auch Urry betont, wäre dieses automatisierte und vernetzte Verkehrssystem exklusiv (vgl. Urry 2008: 273f.). Wie oben angeführt, wären erstens die erheblichen Investitionen aufseiten der öffentlichen Hand ein begrenzender Faktor und zweitens limitiert die mittelfristige technologische Machbarkeit den Einsatz auf einen Bruchteil des existierenden Straßennetzes. Für John Urry wird mit der Automobilität zugunsten des Klimas gebrochen. Die hier rekonstruierte Entwicklungslinie legt keine derartige Transformation nahe.

Automatisierung und Vernetzung tragen dazu bei – so der aktuelle Diskurs –, dass etablierte Grenzen – wie zwischen dem öffentlichen und dem Individualverkehr und auch zwischen Güter- und Personenverkehr – im Zuge einer „Hybridisierung“ verschwinden (Lenz/Fraedrich 2015, Mitteregger et al. 2020b: 44). Letzten Endes führt dies dazu, dass der heute grundlegenden Frage „Welches Verkehrsmittel wählen Personen für einen bestimmten Weg?“ die Frage „Erfordert ein Weg die Anwesenheit eines Menschen oder wird dieser von Maschinen delegiert?“ vorgelagert wird (Mitteregger et al. 2020b: VIII). Bereits heute (und verstärkt durch die Covid-19-Pandemie) sind vielfältige mobile Roboter im Einsatz, mit denen Menschen nicht nur Wege, sondern auch Aufgaben – und hier vor allem im Bereich der Sicherheit – an Maschinen delegieren (Mitteregger 2020). Dabei entstehen die oben beschriebenen technologischen Einschränkungen durch die Komplexität des Straßenraums, gelten für diese kleinen, langsam fahrenden, auf Gehwegen eingesetzten Roboter aber nicht oder nur in viel geringerem Maße.

Dies ist allerdings kein „Trendbuch“, sondern der Exzess bestehender Prinzipien. Ein sich bereits abzeichnendes Ziel ist, die Produktions- und Qualitätsstandards des Automobilssektors

mit den Fähigkeiten der IT-Konzerne zu vereinen und dadurch einen neuen Standard für alle möglichen automatisierten mobilen Anwendungen zu schaffen. Die Sicherheit wird hierfür als wesentlicher Faktor gesehen und als eine mögliche USP – „automotive safety“ – auf Fachkonferenzen der Technologieentwickler genannt (vgl. Kopetz 2020).

Ein auf aktive Sicherheit ausgelegtes Verkehrssystem, in dem Fahrzeuge umfassend auf historische und aktuelle Daten zurückgreifen können, könnte so aussehen, dass zum Beispiel Kreuzungen, Straßenzüge oder Quartiere, die als nicht sicher gelten, gemieden wären. Wie Gewitterzellen im Flugverkehr würden diese umflogen werden. Ideale Routen führen durch Straßen, die gut vorhersehbar sind. Was für die Autopiloten der Luftfahrt die Physik ist, ist im Straßenraum die Wahrscheinlichkeit, mit der sich das Verhalten anderer Menschen und Objekte im Straßenraum vorhersehen lässt. Der Zugang einer Schule, aus der zweimal täglich größtenteils Personen strömen, die aus dem Vertrauensgrundsatz ausgenommen sind, würde von diesem System zurückhaltend umspielt. Was ist mit Personen oder Personengruppen, die vom Sicherheitssystem als auffällig eingestuft werden?

**Abbildung 5:** Auswahl aktueller Anwendungen automatisierter und vernetzter Fahrsysteme



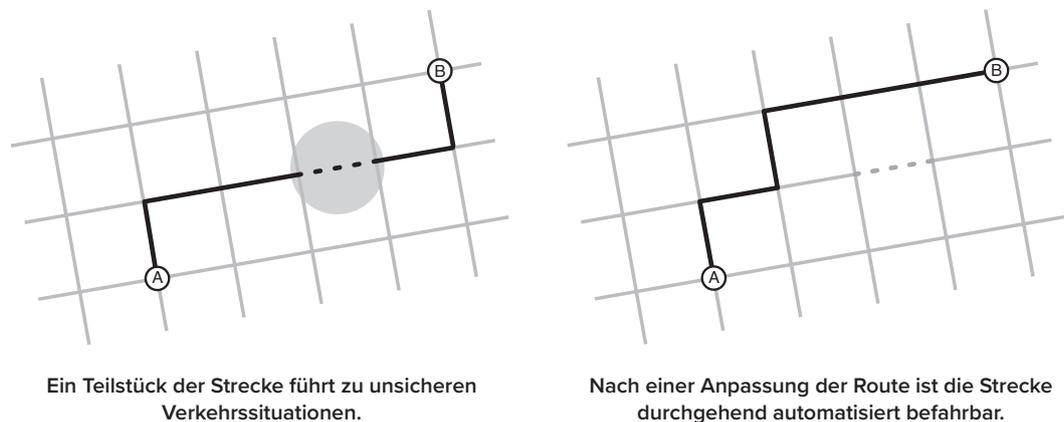
Die hier abgedruckten Bilder sind explizit von der Creative Commons Lizenz des Textes ausgenommen. Die Rechte bleiben bei den Verfassern. Quellen: 1: Australian Centre for Field Robotics (2017), 2: eigenes Foto, 3: knightscope (2021), 4: Casei (2018), 5: peloton-tech o.J.

Paradoxerweise könnte in einem solchen Verkehrssystem mehr Verkehr tatsächlich zu mehr Sicherheit führen. Um bessere Vorhersagen des Verhaltens von Menschen im Straßenraum treffen zu können, müsste die Dichte der Messpunkte im Raum gesteigert werden, sodass das Verhalten besser prognostiziert bzw. manipuliert werden könnte. Geschieht dies nicht durch in der Infrastruktur verbaute Sensorik, könnte dies durch eine Vielzahl von mobilen Robotern geschehen.

Hier ist lange der rein verkehrliche Aspekt der Sicherheit im Straßenraum in den Hintergrund gerückt. Neue Bruchlinien in der Gesellschaft wären durch gezieltes Vermeiden oder durch eine Vielzahl von Sensoren an neuralgischen Punkten (oder Zeiten) unvermeidbar. Diese wären allerdings für Menschen nicht länger verständlich, weil sie in opaken Datensätzen ihren Ursprung nehmen, auf deren Basis künstliches Verhalten geschult wurde (vgl. Castelveccchi 2016).

Für Sicherheitssysteme, die auf umfassendes Reporting setzten, wurde gezeigt, dass im Zuge der kompletten Aufzeichnung von Daten jeder Vorfall und auch jeder Fast-Vorfall „scheinbar überzeugend“ als Problem dargestellt werden kann (Amalberti 2001: 113). Das zugrunde gelegte Verständnis wird schon länger kritisch gesehen: Ein technologisches Konzept verspricht hochtheoretische Leistungs- und Sicherheitspotentiale, menschliches Fehlverhalten wirkt negativ auf die Performance und muss kontrolliert bzw. eliminiert werden. Diese Logik war im Verkehrssektor bislang auf abgegrenzte Bereiche wie Industrie-, Bergbau- oder Logistikarealen bzw. den Flugverkehr und Schienenverkehr beschränkt. Mit automatisierten und vernetzten Fahrsystemen würden diese erstmals den öffentlichen Raum der Straßen betreffen.

**Abbildung 6:** Veränderte Routenwahl, um unsichere Verkehrssituationen zu vermeiden



Quelle: eigene Darstellung nach Alkim in STRIA (2019: 21)

## 3.2 EIN NEUES STRASSENEDIUM

Die Straße der Moderne, die heute noch den größten Teil unserer bebauten Umwelt ausmacht, ist in vielerlei Hinsicht die perfekte Bühne des dieser Epoche innewohnenden Drangs nach „absoluter Bewegung“ (Jormakka 2002). Die inhärente Spannung, die diesem Paradigma innewohnt – das Verehren von Geschwindigkeit, Rationalität, großen Narrativen und Plänen, während die angestrebte Ordnung durch stetig zunehmende Bewegung immer wieder ins Chaotische abdriftet – hat diese Epoche geprägt. Die Straße des 21. Jahrhunderts könnte unter dem Paradigma „totale Sicherheit“ (Zuboff 2019: 398–415) entstehen. Wie bereits gesagt, handelt es sich hierbei nicht um etwas grundlegend Neues, einen von externen Größen getriebenen Bruch bestehender Pfade, sondern um die exzessive Überhöhung eines bekannten Prinzips. Automatisierte und vernetzte Mobilitätsservices, die situationsabhängige, spontane und flexible Nutzungsformen ermöglichen, forcieren die Zerrissenheit zwischen Chaos und Kontrolle. Der hier aufgezeigte Entwicklungspfad weist nicht in eine Richtung, die darauf abzielt, existentielle Probleme unserer Zeit wie Klimawandel und soziale bzw. ökonomische Ungleichheit zu lösen. Der Straßenraum dieses neuen Sicherheitssystems würde nicht wie in der Moderne mit Beton gebaut. Kontrolle und Ordnung werden durch Daten und endloses „Nudging“ (Thaler/Sunstein 2009, zur Kritik siehe Stickler/Sodl 2019), dem sanften Beeinflussen des Verhaltens der Personen im Straßenraum, erreicht. Der öffentliche Raum der Straße dieser kuratierten Welt wäre nicht wiederzuerkennen.

Hannah Arendt hat darauf Wert gelegt, dass ein auf Gemeinschaftlichkeit ausgelegtes Zusammenleben der Menschen eine „gemeinsame Welt“ braucht, die als eine Basis und Ausgangspunkt einer kritischen Reflexion gesehen werden kann (Arendt 1958: 52–55; Madanipour 2003:

114–151). Das Gemeinsame können Dinge, Konventionen, eine geteilte Geschichte, gemeinsame Gesetze sind. Es bedarf eines das Zusammenleben strukturierenden „Wir“, das niemals dogmatisch sein kann, sondern als Basis der kritischen Reflexion dient. Wo die Ordnung durch gezielte, personalisierte Verhaltensbeeinflussung hergestellt wird, darf angenommen werden, dass sich diese Basis auflöst. Wer immer die Ziele eines solchen Systems setzt, muss in Kauf nehmen, dass deren Umsetzung undurchsichtig bleibt. Menschen im öffentlichen Raum der Straße würden zu Zwecken werden und die Asymmetrie des generierten Wissens wäre gewaltig (Zuboff 2019).

### **Öffentlichkeit und Resilienz**

Sich in die Öffentlichkeit zu begeben, bedarf einer „experimentellen Einstellung“, da „Leben Problemlösen ist“ (Gerhardt 2012: 221). Das Ziel totaler Sicherheit, umgesetzt in einem Top-down-Sicherheitssystem im Straßenraum, untergräbt dieses Prinzip in einer bislang nicht bekannten Qualität. Die Automobilität hat bereits an diesem Prinzip gerüttelt. Trotzdem bieten weiterhin Straßen, die als lebendig und divers gelten, Gleichheit, Freiheit und Sicherheit, da darauf vertraut werden kann, dass jedes Verhalten einer kritischen Prüfung der Öffentlichkeit unterworfen wird.

Ähnlich wie in Urrys Szenario können im „Wettbewerb der Städte“, dessen Belohnungssystem das „City Ranking“ ist, die Voraussetzungen geschaffen werden, die die Umsetzung eines solchen Systems begünstigen. Ein kuratiertes Nebeneinander, das bislang vor allem aus Gate Communitys bekannt war, könnte gegenüber dem Gewühl und der Unordnung von Öffentlichkeit in diesen Tabellen sogar besser abschneiden. Die menschliche Entwicklung war seit dem Entstehen sesshafter Kulturen stets an die Entwicklung großer Städte geknüpft. Die stetig zunehmende Komplexität der Siedlung hat die Suche nach Lösungen für die Probleme der Stadt zu einem wichtigen Treiber werden lassen (Hall 1998: 7). Städte mit fortgeschrittenen Volkswirtschaften haben sich weg von der Produktion und dem Warenumsatz und hin zur Dienstleistungsproduktion und weiter zu Informationsgesellschaften entwickelt (Castells 1989, Hall 1995, Hall und Pain 2009). Wir sprechen heute davon, dass Komplexität und Kreativität die zentralen Ressourcen dieser Städte sind. Sie werden von Städten und Regionen unterschieden, die in einer Abhängigkeit zu Rohstoffen stehen, spezialisiert und anfällig für Marktdynamiken sind und meist nur für kurze Zeit florieren. Wo dem öffentlichen Raum sein wandelbarer Charakter genommen wird, und eine externe Instanz umfassend gestaltet, bewertet und verwertet, dort werden auch diese Orte zu einem Spielball externer Kräfte.

## **LITERATUR**

- Adey, P., und D. Bissell 2010. „Mobilities, meetings, and futures: an interview with John Urry“, in *Environment and Planning D: Society and Space* (28) 1, 1–16.
- Alessandrini, A., A. Campagna, P. Delle Site, F. Filippi und L. Persia 2015. „Automated vehicles and the rethinking of mobility and cities“, in *Transportation Research Procedia* 5, 145–160.
- Almeida Correia, G. H. de, D. Milakis, B. van Arem und R. Hoogendoorn 2016. „Vehicle automation and transport system performance“, in: *Handbook on Transport and Urban Planning in the Developed World*, hg. v. M. C. J. Bliemer, C. Mulley und C. J. Moutou. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 489–516.
- Amalberti, R. 2001. „The paradoxes of almost totally safe transportation systems“, in *Safety science* (37) 2–3, 109–126.
- Anderson, P., und M. Tushman 1990. „Technological discontinuities and dominant designs: A cyclical model of technological change“, in *Administrative Science Quarterly* 35, 604–634.

- Appleyard, D. 1987. „Foreword“, in *Public Streets for Public Use*, hg. v. A. V. Moudon. New York: Van Nostrand Reinhold, 1–14.
- Arendt, H. 1958. *The Human Condition*. Chicago: The University of Chicago Press.
- ASFINAG 2019. „Motorways will start to ‚talk‘ to modern vehicles using WLAN“. <https://tinyurl.com/yclc2whx> (3.6.2020).
- Australian Centre for Field Robotics (ACFR) 2017. „Our robots“. Mantis and Shrimp. <https://confluence.acfr.usyd.edu.au/display/AGPub/Our+Robots> (1.2.2021)
- Bergek, A., S. Jacobsson, B. Carlsson, S. Lindmark und A. Rickne 2008. „Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis“, in *Research Policy* (37) 3, 407–429.
- BMI (Bundesministerium für Inneres) 2020. „Verkehrsstatistik 2019“. Wien. <https://tinyurl.com/y9vtdxc2> (3.6.2020).
- BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) 2012. „Verkehr in Zahlen. Ausgabe 2011“. Wien. <https://tinyurl.com/ycggn5db> (4.6.2020).
- Boggs, A. M., B. Wali und A. J. Khattak 2020. „Exploratory analysis of automated vehicle crashes in California: a text analytics & hierarchical Bayesian heterogeneity-based approach“, in *Accident Analysis & Prevention* 135, 1–21. DOI: 10.1016/j.aap.2019.105354.
- Carreras, A., X. Daura, J. Erhart und S. Ruehrup 2018. „Road infrastructure support levels for automated driving“, Proceedings of the 25th ITS World Congress, 17. –21. September 2018, Kopenhagen, Dänemark. <https://tinyurl.com/yb8ffjry> (3.6.2020).
- Casademont, J., A. Calveras, D. Quiñones, M. Navarro, J. Arribas und M. Catalan-Cid 2019. „Cooperative-Intelligent Transport Systems for Vulnerable Road Users Safety“, in 7th International Conference on Future Internet of Things and Cloud, Istanbul, 141–146. DOI: 10.1109/FiCloud.2019.00027.
- Casei 2018. „Athenaeum in Chicago zeichnet autonomen Konzepttraktor als revolutionären Schritt in die Zukunft des Traktordesigns aus“. Presseausendung. [tinyurl.com/4pew59zx](https://tinyurl.com/4pew59zx) (1.2.2021).
- Castells, M. 1989. *The Informational City: Information Technology, Economic Restructuring and the Urban-Regional Process*. Oxford: Basil Blackwell.
- Castelvecchi, D. 2016. „Can we open the black box of AI?“, in *Nature News* (538) 7623, 20.
- Cresswell, T. 2006. *On the Move: Mobility in the Modern Western World*. New York/London: Routledge.
- EEA (European Environment Agency) 2009. „Ensuring quality of life in Europe’s cities and towns“, *EEA Report 5* 2009. Kopenhagen: European Environment Agency.
- Elvik, R., A. Høye, T. Vaa und M. Sørensen 2009. *The Handbook of Road Safety Measures*. Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited.
- ERSO (European Road Safety Observatory) 2019. „Annual Accident Report 2018“. <https://tinyurl.com/y94vaeo4> (29.5.2020).
- European Commission 2017a. „C-ITS platform PHASE II – Final Report“, Brüssel. <https://tinyurl.com/y7hzgxt9> (4.6.2020).
- European Commission 2017b. „Connected and Automated Transport. Studies and reports“. Brüssel: European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. Download unter: <https://tinyurl.com/ly89radja> (4.6.2020).
- Feigenbaum, B., G. Goodin, A. Kim, S. Kimmel, R. Mudge und D. Perlman 2018. „Policymaking for Automated Vehicles: A Proactive Approach for Government“, in *Road Vehicle Automation* 4, hg. v. G. Meyer und S. Beiker. Cham: Springer, 33–41.
- Foucault, M. 1981. *Archäologie des Wissens*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Foucault, M. 2007. *Security, Territory, Population: Lectures at the Collège de France 1977–1978*. London: Palgrave Macmillan.
- Foucault, M. 2012. *Überwachen und Strafen: Die Geburt des Gefängnisses*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Fustel de Coulanges, N. D. 1979. *The ancient city: a study on the religion, laws, and institutions of Greece and Rome*. Gloucester, MA: Peter Smith.
- Geels, F. W., und J. Schot 2007. „Typology of sociotechnical transition pathways“, in *Research Policy* (36) 3, 399–417.
- Gehl, I. 2009. *Public Spaces & Public Life*. Seattle: City of Seattle.

- Georgieva, T., und K. Kolodege 2018. „Bridging the Automated Vehicle Gap: Consumer Trust, Technology and Liability“, Vortrag beim Automated Vehicle Symposium 2018, 10. Juli 2018. <https://tinyurl.com/yba9tx9s> (29.5.2020).
- Gerhardt, V. 2012. *Öffentlichkeit*. München: C. H. Beck.
- Gopnik, A. 2016. „Street Cred“, *The New Yorker* (92) 30.
- Gratz, R. B. 2010. *The Battle for Gotham: New York in the Shadow of Robert Moses and Jane Jacobs*. New York: Bold Type Books.
- Grübler, A. 1992. „Technology and Global Change: Land Use, Past and Present“, *IIASA Working Paper WP-92-002*, Laxenburg.
- Hall, P. G. 1995. „Towards a General Urban Theory“, in *Cities in Competition: Productive and Sustainable Cities for the 21st Century*, hg. v. J. Brotchie, M. Batty, E. Blakely, P. Hall und P. Newton. Melbourne: Longman Australia, 3–31.
- Hall, P. G. 1998. *Cities in Civilization*. London: Weidenfeld & Nicolson.
- Hall, P., und K. Pain 2009. *The Polycentric Metropolis: Learning from Mega-City Regions in Europe*. London: Routledge.
- Hodder, I., und P. Pels 2010. „History houses: a new interpretation of architectural elaboration at Çatalhöyük“, in *Religion in the Emergence of Civilization: Çatalhöyük as a Case Study*, hg. v. I. Hodder. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 163–186.
- ITF (International Transport Forum) 2015. „Urban Mobility System Upgrade. How shared self-driving cars could change city traffic“, Corporate Partnership Board Report. Paris: ITC. <https://tinyurl.com/yaeylous> (29.5.2020).
- Jacobs, J. 1961. *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Random House.
- Jing, P., G. Xu, Y. Chen, Y. Shi und F. Zhan 2020. „The Determinants behind the Acceptance of Autonomous Vehicles: A Systematic Review“, in *Sustainability* (12) 5, 1719, 1–16.
- Jormakka, K. (Hrsg.) 2002. „Absolute Motion“, *Datutop* 22. Tampere, FI: Tampere University of Technology.
- Kang, Y., H. Yin und C. Berger 2019. „Test your self-driving algorithm: An overview of publicly available driving datasets and virtual testing environments“, in *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles* (4) 2, 171–185.
- Kopetz, Hermann 2020. „An Architecture for Driving Automation“. <https://www.the-autonomous.com/news/an-architecture-for-driving-automation/> (24.8.2020).
- knightscope 2021. „Knightscope Credited for Reducing Crime“. Blogbeitrag. <https://www.knightscope.com/blog-1/2021/01/07/crime/> (1.2.2021).
- KPMG 2012. „Self-driving cars: The next revolution“. <https://tinyurl.com/y6woqoks> (29.5.2020).
- Landini, S. 2020. „Ethical Issues, Cybersecurity and Automated Vehicles“, in *InsurTech: A Legal and Regulatory View*, hg. v. P. Marano und K. Noussia. Cham: Springer, 291–312.
- Lazarus, J., S. Shaheen, S. E. Young, D. Fagnant, T. Voege, W. Baumgardner und J. S. Lott 2018. „Shared automated mobility and public transport“, in *Road Vehicle Automation* 4, hg. v. G. Meyer und S. Beiker. Cham: Springer, 141–161.
- Lenz, B., und E. Fraedrich 2015. „Neue Mobilitätskonzepte und autonomes Fahren: Potenziale der Veränderung“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 175–196.
- Madanipour, A. 2003. *Public and Private Spaces of the City*. London/New York: Routledge.
- Maia, S. C., und A. Meyboom 2018. „Understanding the effects of autonomous vehicles on urban form“, in *Road Vehicle Automation* 4, hg. v. G. Meyer und S. Beiker. Cham: Springer, 201–221.
- Marchetti, C. 1994. „Anthropological Invariants in Travel Behavior“, in *Technological Forecasting and Social Change* 47, 75–88.
- Marshall, S. 2009. *Cities, Design & Evolution*. New York: Routledge.
- Marx, P. 2018. „Self-Driving Cars Are Out. Micromobility Is In“, *Medium*, 15.11.2018. <https://tinyurl.com/y7g88778> (3.6.2020).
- Massey, D., 2005. *For Space*. London: Sage Publications.

- McLuhan, M. 1960. *Report on Project in Understanding New Media*. Washington: National Association of Educational Broadcasters.
- McShane, C. 1994. *Down the Asphalt Path: The Automobile and the American City*. New York: Columbia University Press.
- Meyer, G. 2019. „European roadmaps, programs, and projects for innovation in connected and automated road transport“, in *Road Vehicle Automation* 5, hg. v. G. Meyer und S. Beiker. Cham: Springer, 27–39.
- Mitteregger, M. 2020. „Pandemien beschleunigen den Ersatz von Menschen durch Maschinen“, *Wiener Zeitung*, 21.4.2020. <https://tinyurl.com/y7k42vma> (3.6.2020).
- Mitteregger, M., A. Soteropoulos, J. Bröthaler und F. Dorner 2019. „Shared, Automated, Electric: the Fiscal Effects of the ‚Holy Trinity‘“, in *Proceedings of the 24. REAL CORP, International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society*, 627–636. <https://tinyurl.com/yamvccho> (3.6.2020).
- Mitteregger, M., M. Berger und A. Soteropoulos 2020a. „Algorithmen von morgen, die in einer Welt von gestern lernen: Das Inselwissen automatisierter Fahrsysteme“, in *Mobilität – Erreichbarkeit – Ländliche Räume ... und die Frage nach der Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse*, hg. v. M. Herget, S. Neumeier und T. Osigus. Braunschweig: Thünen-Institut für Ländliche Räume, 75–77.
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuven und I. Banerjee 2020b. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*. Berlin: Springer Vieweg.
- Newman, P., L. Kosonen und J. Kenworthy 2016. „Theory of urban fabrics: Planning the walking, transit/public transport and automobile/motor car cities for reduced car dependency“, in *Town Planning Review* (87) 4, 429–458.
- NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) 2017. „Automated Driving Systems 2.0: A Vision for Safety“. <https://tinyurl.com/y87nzq3q> (3.6.2020).
- peloton-tech o. J. <https://peloton-tech.com/wp-content/uploads/2017/04/Peloton1-1024x576.jpg> (1.2.2021).
- POLIS (European Cities and Regions Networking for Innovative Transport Solutions) 2018. „Road Vehicle Automation and Cities and Regions“. Brüssel: Polis. <https://tinyurl.com/yb8ppy9h> (3.6.2020).
- Reki, B. 2004. *Kultur als Praxis. Eine Einführung in Ernst Cassirers Philosophie der symbolischen Formen*. Berlin: Akademie Verlag.
- Rogers, E. M. 2003. *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- Rykwert, J. 1986. „The street: The use of its history“, in *On Streets*, hg. v. S. Anderson. Cambridge, MA: MIT Press, 14–27.
- Sartre, J. 1962. *Das Sein und das Nichts*. Reinbek: Rowohlt.
- Schoettle, B. 2017. „Sensor Fusion: A Comparison of Sensing Capabilities of Human Drivers and Highly Automated Vehicles“, *Report No. SWT-2017-12*. Ann Arbor, MA: University of Michigan, Transportation Research Institute.
- Schumpeter, J. A. 1939. *Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York/Toronto/London: McGraw-Hill.
- Seo, S. A. (2019). *Policing the Open Road: How Cars Transformed American Freedom*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Shakland, S. 2016. „AI expert: Super-smart cars are just a glorious beginning“, *CNET*, 21.10.2016. <https://tinyurl.com/jv7yo8y> (3.6.2020).
- Sheller, M., und J. Urry 2006. „The new mobilities paradigm“, in *Environment and Planning A: Economy and Space* (38) 2, 207–226.
- Shladover, S. E., J. Lappin und R. P. Denaro 2019. „Introduction: The Automated Vehicles Symposium 2017“, in *Road Vehicle Automation* 5, hg. v. G. Meyer und S. Beiker. Cham: Springer, 1–14.
- Simmel, G. 1903. „Die Grosstädte und das Geistesleben“, in *Die Grossstadt. Vorträge und Aufsätze zur Städteausstellung, Jahrbuch der Gehe-Stiftung Dresden*, hg. v. T. Petermann, Band 9, 185–206.
- Simmel, G. 1908. *Soziologie. Untersuchungen über die Formen der Vergesellschaftung*, 1. Aufl. Berlin: Duncker & Humblot.
- Soteropoulos, A., M. Mitteregger, M. Berger und J. Zwirchmayr 2020. „Automated drivability: Toward an assessment of the spatial deployment of level 4 automated vehicles“, in *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 136, 64–84.

- Statistik Austria 2017. „Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden. Jahresergebnisse 2016“. <https://tinyurl.com/y8qakyxv> (3.6.2020).
- Stickler, A., und V. Sodl 2019. „Nudging als Ansatz zur Förderung von nachhaltiger Mobilität? Potentiale und Risiken von verkehrspsychologischen Ansätzen zur ökologischen Nachhaltigkeitstransformation“, in *Jahrbuch Raumplanung 2019*, hg. v. M. Berger, J. Forster, M. Getzner und P. Hirschler. Wien: NWV Verlag, 75–96.
- STRIA 2019. „Roadmap on Connected and Automated Transport: Road, Rail and Waterborne“. Brüssel: Europäische Kommission.
- Thaler, R. H., und C. R. Sunstein 2009. *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. München: Penguin.
- Urry, J. 2007. *Mobilities*. London: Polity.
- Urry, J. 2008. „Climate change, travel and complex futures“, in *The British Journal of Sociology* (59) 2, 261–279.
- Vrkljan, B. H., und D. Anaby 2011. „What vehicle features are considered important when buying an automobile? An examination of driver preferences by age and gender“, in *Journal of safety research* (42) 1, 61–65.
- Winkle, T. (2015). „Sicherheitspotenzial automatisierter Fahrzeuge: Erkenntnisse aus der Unfallforschung“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 351–376.
- WHO (World Health Organization) 2015. „Global Status Report on Road Safety 2015“. Genf: World Health Organization.
- Zuboff, S. 2019. *The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power*. London: Profile Books.

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





# 11 Integration des Radverkehrs in zukünftige urbane Verkehrsstrukturen mit automatisierten und vernetzten Fahrzeugen

Lutz Eichholz, Detlef Kurth

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>202</b>
<b>2.</b>	<b>Die Rahmenbedingungen für den Radverkehr</b>	<b>202</b>
2.1	Rechtliche Einordnung	203
2.2	Fahrverhalten und Regelakzeptanz	203
2.3	Radfahrtypen	205
2.4	Unfälle von Radfahrenden	206
<b>3.</b>	<b>Rahmenbedingungen automatisierter und vernetzter Fahrzeuge</b>	<b>207</b>
3.1	Fahrverhalten der automatisierten und vernetzten Fahrzeuge	207
3.2	Auswirkungen auf die Anzahl des ruhenden und fahrenden motorisierten Individualverkehrs durch automatisierte und vernetzte Fahrzeuge	208
3.3	Flächensparnis im Verkehrsraum durch automatisierte und vernetzte Fahrzeuge	209
<b>4.</b>	<b>Leitziele der deutschen Bundesregierung zum Radverkehr und automatisierten und vernetzten Fahrzeugen</b>	<b>211</b>
4.1	Leitziele zum Radverkehr	211
4.2	Leitziele hinsichtlich automatisierten und vernetzten Fahrzeugen	211
<b>5.</b>	<b>Kriterien für die Drivability von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen in der Interaktion mit Radfahrenden</b>	<b>212</b>
<b>6.</b>	<b>Eignung von Radverkehr-Führungsformen für avF: Mischverkehr oder getrennter Verkehr?</b>	<b>213</b>
<b>7.</b>	<b>Die Bedeutung von Knotenpunkten</b>	<b>216</b>
<b>8.</b>	<b>Fazit</b>	<b>217</b>
<b>9.</b>	<b>Ausblick und Forschungsbedarf</b>	<b>218</b>
	<b>Literatur</b>	<b>219</b>

---

Lutz Eichholz  
TU Kaiserslautern, Fachbereich Raum- und Umweltplanung  
lutz.eichholz@ru.uni-kl.de

Detlef Kurth  
TU Kaiserslautern, Fachbereich Raum- und Umweltplanung  
detlef.kurth@ru.uni-kl.de

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_11)

# 1. EINLEITUNG

Eine der größten Herausforderungen für die Entwicklung von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen (avF) ist es zur Zeit, Bewegungen von anderen Verkehrsteilnehmenden vorauszu-sehen (Kahn 2018, Mingels 2019). Der ehemalige CEO von Renault-Nissan-Mitsubishi, Carlos Ghosn, wird in Bezug auf Radverkehr und die fortschreitende Automatisierung von Kraftfahr-zeugen (Kfz) mit den Worten zitiert: „One of the biggest problems is people with bicycles [...], [they] don't respect any rules usually [...] from time-to-time they behave like pedestrians and from time-to-time they behave like cars“ (Reid 2018). Diese Aussage verdeutlicht die Konflikte, die durch ein Aufeinandertreffen zweier sowohl im Antrieb als auch in der Fahrweise stark ab-weichender Verkehrsmittel entstehen können.

Wie die kommenden Herausforderungen für den Radverkehr gelöst werden können, wenn in Städten automatisiertes Fahren stark zunimmt, untersucht die TU Kaiserslautern in dem in-terdisziplinären Forschungsprojekt „Konzepte zur Integration des Radverkehrs in zukünftige urbane Verkehrsstrukturen mit autonomen Fahrzeugen – RAD-AUTO-NOM“. Das Institut Mo-bilität und Verkehr (imove), das Fachgebiet Elektromobilität sowie der Lehrstuhl Stadtplanung erörtern gemeinsam die verkehrlichen, technischen und stadträumlichen Belange dieser Ent-wicklung. Von Juni 2019 bis Mai 2022 wird das Forschungsprojekt vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) in Deutschland gefördert.

Im vorliegenden Beitrag wird auf die ersten Teilergebnisse der Arbeitspakete des Lehrstuhls Stadtplanung eingegangen. Aufgegriffen werden die stadträumlichen Chancen und Risiken, die sich für den städtischen Radverkehr im Wechselspiel mit avF ergeben. Aus Analysen des der-zeitigen Verkehrsgeschehens sowie der Gestaltung des Verkehrs- und des öffentlichen Raums leiten wir ab, unter welchen Voraussetzungen automatisierte Fahrzeuge konfliktfrei integriert werden können. Zentrale Bedeutung hat die Frage, wie Städte geplant werden müssen, um in einer Zukunft mit avF und hohen Anteilen von Radverkehr lebenswerte Städte mit hoher Auf-enthalts- und Städtebauqualität für alle zu erhalten.

# 2. DIE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DEN RADVERKEHR

Damit avF unfallfrei und nonstop fahren können, sollte der Verkehr vorhersehbar sein. Der „Edge Case“, eine eigentlich selten vorkommende Situation, beschreibt die intuitive Fahrweise von Radfahrenden im offenen Straßenraum, auf die avF nur schwer reagieren können.

In deutschen Metropolen ist zwischen 2002 und 2017 der Fahrradanteil an allen zurückgelegten Wegen von 9 auf 15 Prozent gestiegen, in Großstädten von 10 auf 14 Prozent (Nobis 2019: 21). Welche Folgen die Corona-Pandemie auf den Verkehr hat, ist noch schwer zu sagen. Dass sich die bestehenden Trends zu aktivem Verkehr verstärken und mehr Menschen den motorisier-ten Individualverkehr (MIV) nutzen, wird erwartet (vgl. Amelang 2020, Klein et al. 2020). Diese Trends unterstreichen, dass avF lernen müssen, konfliktfrei mit Radfahrenden zu interagieren.

Im folgenden Abschnitt wird erläutert, wie das Radfahren in Deutschland rechtlich geregelt ist, wie die Fahrweise einzuordnen ist, welche Radfahrertypen es gibt und welche Konflikte und

Unfälle im derzeitigen Verkehrsgeschehen auftreten. Dabei differenzieren wir teilweise zwischen Fahrrad und Pedelec<sup>1</sup>. Andere Fahrradarten wie Lastenräder, Fahrräder mit Anhängern oder Tandems haben ähnliche Anforderungen wie klassische Fahrräder.

## 2.1 RECHTLICHE EINORDNUNG

Wenn keine eigene Infrastruktur für den Radverkehr vorhanden ist, müssen Radfahrende in Deutschland laut Straßenverkehrsordnung am rechten Fahrbahnrand fahren. In diesem Mischverkehr mit Kraftfahrzeugen sind 0,8 bis 1 Meter Abstand vom Fahrbahnrand angemessen. Der Abstand kann bei Gefahrensituationen (z. B. öffnende Autotüren) angepasst werden. Radfahrende dürfen andere Verkehrsteilnehmende links überholen, wenn ein ausreichender Abstand eingehalten werden kann. Zusätzlich dürfen sie, wenn es die Situation gefahrlos zulässt, Kfz rechts überholen (ADFC 2018a). Einbahnstraßen werden für Radfahrende teilweise in Gegenrichtung geöffnet. In verkehrsberuhigten Bereichen ist es erlaubt, schneller als Schrittgeschwindigkeit zu fahren. Bis zum achten Lebensjahr müssen radfahrende Kinder Gehwege benutzen, bis zum zehnten Lebensjahr dürfen Kinder frei wählen, ob sie auf Radinfrastruktur oder dem Bürgersteig fahren (§ 2 Abs. 5 StVO).

Wenn eine Infrastruktur für den Radverkehr vorhanden ist, so ist zu unterscheiden, ob sie sich auf oder neben der Fahrbahn befindet. Schutz- sowie Radfahrstreifen werden auf der Fahrbahn angelegt. Schutzstreifen werden durch eine gestrichelte, Radfahrstreifen durch eine durchgezogene Linie gekennzeichnet. Schutzstreifen sind Teil der Fahrbahn und dürfen bei Bedarf von anderen Fahrzeugen genutzt werden, aber nur, wenn Radfahrende dabei nicht gefährdet werden. Radfahrstreifen dürfen von anderen Fahrzeugen nicht genutzt werden (ADFC 2018a). Darüber hinaus gibt es geschützte Radfahrstreifen (auch „Protected Bike Lane“ genannt) und eigenständige Radwege, die von Fahrspuren der Kfz getrennt sind (ADFC 2019). Radwege mit Nutzungspflicht müssen grundsätzlich mit einem Gebotsschild ausgewiesen werden und eine Mindestbreite von 1,6 Metern aufweisen (ADFC 2018a; 8; FGSV 2006: 84).

Beim Linksabbiegen haben Radfahrende zwei rechtlich konforme Möglichkeiten: Sie können rechtzeitig vor der Kreuzung ihre Spur (auch bei benutzungspflichtigen Radwegen) verlassen und von der Fahrbahnmitte aus abbiegen. Wenn vorhanden, können sie eine Radverkehrsführung benutzen, müssen dies aber nicht. Alternativ kann auch indirekt abgebogen werden, indem die Kreuzung erst geradeaus überfahren und dann vom rechten Fahrbahnrand aus gequert wird (ADFC 2018a; § 9 StVO).

## 2.2 FAHRVERHALTEN UND REGELAKZEPTANZ

Das Zitat „As a device the bike is so closely attuned to the body that it is almost as agile“ (Fleming 2017: 57; vgl. Beitrag 12 von Fleming in diesem Band) verdeutlicht die Fahrweise von Radfahrenden: Sie sind schnell, agil und wendig, haben in der Regel keine Fahrtrichtungsanzeiger oder Bremslichter und können sich sowohl im Kraftfahrzeug- als auch im Fußgängerverkehr bewegen. Zudem verhalten sie sich teilweise nicht regelkonform. In einer Umfrage gaben 62 Prozent der Radfahrenden an, sich nicht immer an alle Verkehrsregeln zu halten (BMVI 2019a: 29). Die häufig schlechte oder sogar fehlende Radinfrastruktur sind einer der Gründe für die schwankende Regelakzeptanz von Radfahrenden (Huemer/Eckhardt-Lieberam 2016, Schreiber/Beyer 2019).

---

1 Pedelecs („Pedal Electric Cycle“, E-Bike) sind Fahrräder mit Hilfsmotor, der sich nur bei aktivem Treten zuschaltet. Bis zu einer Geschwindigkeit von 25 km/h unterstützt der Elektromotor. Für Pedelecs gelten rechtlich die gleichen Regeln wie für Fahrräder ohne Motorunterstützung (ILS 2013: 9f.).

Radfahrstreifen und Schutzstreifen, welche die Regelbreiten einhalten, werden von 86 bzw. 88 Prozent der Radfahrenden genutzt. Sind die Streifen schmaler als die Regelbreite, sinkt die Nutzungshäufigkeit um ungefähr 15 Prozent (Richter et al. 2019: 77). Lange Rotphasen führen zu mehr Rotlichtverstößen (Schwab 2019). Regelwidriges Linksfahren tritt vor allem bei wichtigen Zielen auf, z. B. Einzelhandelsnutzung (Alrutz et al. 2009: 30).

Die hohe Agilität und Wendigkeit von Fahrrädern zeigt sich auch bei einem Vergleich der Bremswege von Kfz, E-Scooter und Fahrrad. Ausgehend davon, dass das Kfz im normalen Verkehrsablauf mit einer Geschwindigkeit von ca. 50 km/h und das Fahrrad maximal mit ca. 20 km/h unterwegs ist, beträgt sein Anhalteweg im Vergleich zum Fahrrad geschwindigkeits- und massebedingt ungefähr das Fünffache. Auch ein E-Scooter mit gleicher Geschwindigkeit wie das Fahrrad benötigt einen längeren Anhalteweg (ADAC 2019):

- Kfz (50 km/h): Reaktionsweg 14 m + Bremsweg 14 m = 28 m
- E-Scooter (20 km/h): Reaktionsweg 5,5 m + Bremsweg 8 m = 13,5 m
- Fahrrad (20 km/h): Reaktionsweg 5,5 m + Bremsweg 4 m = 9,5 m

Es kann davon ausgegangen werden, dass der Reaktionsweg von avF niedriger ist als von fahrrergeführten Fahrzeugen. Unabhängig davon wird der Anhalteweg bei 50 km/h deutlich länger sein als bei Fahrrädern. Das Fahrrad ist also das Verkehrsmittel mit dem kürzesten Bremsweg. Dies trägt mit dazu bei, dass unvorhersehbare Fahrmanöver praktiziert werden.

Zusammenfassend haben folgende Faktoren einen Einfluss auf das Fahrverhalten und die Regelakzeptanz von Radfahrenden: Radinfrastruktur, Komplexität des Verkehrsraums, subjektive Sicherheit, Radfahrertyp und der Gebietstyp (vgl. Abb. 1).

**Abbildung 1:** Faktoren für die Regelakzeptanz und Fahrweise von Radfahrenden

**Radinfrastruktur**



Radverkehrsanlagen müssen nicht nur sicher, sondern auch attraktiv und zielorientiert sein, um akzeptiert und benutzt zu werden.

**Komplexität des Verkehrsraums**



Intuitive Verständlichkeit vs. viele Auswahlmöglichkeiten und schwere Überschaubarkeit.

**Subjektive Sicherheit**



Als unsicher empfundene Infrastruktur wird seltener genutzt und verleitet dazu, unabhängig von rechtlichen Normen dort zu fahren, wo eine hohe Sicherheit empfunden wird (Bürgersteig statt schmaler Schutzstreifen, Fußgängerzone statt Straße).

**Radfahrertyp**



Unterschiedliche Radfahrertypen haben divergierende Fahrweisen: v on langsam und regeltreu bis zu schnell, den direkten Weg fahrend, unabhängig von rechtlichen Vorgaben.

### Gebietstyp



Regelwidriges Linksfahren oder Queren von Straßen tritt bei Gebäuden, die wichtige Ziele der Radfahrenden sind, häufiger auf.

Quelle: eigene Darstellung

## 2.3 RADFAHRTYPEN

Der Radfahrertyp ist ein wichtiger Indikator, um die Fahrweise und Anforderungen an die Infrastruktur und den öffentlichen Raum einschätzen zu können. In den Niederlanden gibt es eine Einteilung der Radfahrenden in sechs Gruppen: Merkmale sind die Fahrfähigkeiten, Motivation zum Radfahren sowie körperliche und berufliche Eigenschaften. Die sechs Gruppen können wie folgt beschrieben werden (Woolsgrove/Armstrong 2020):

- „Everyday Cyclist“ (AlltagsradlerIn): Fahrten zur Arbeit oder zur Schule, direkte Wege, möchte ungestört fahren und so wenig wie möglich anhalten
- „Sporty Cyclist“ (Sportliche/r RadfahrerIn): Fahrrad als Sportgerät (auch Mountainbike, Rennrad), fährt weite Strecken, fährt schnell;
- „Recreational Cyclist“ (FreizeitradfahrerIn): fährt aus Freude am Radfahren, fährt mit anderen, hält oft an Cafés oder Attraktionen an;
- „Attentive Cyclist“ (Aufmerksame/r RadfahrerIn): möchte sicher Fahrrad fahren, kennt die Verkehrsregeln und folgt diesen, möchte klare Verkehrszeichen und sichere Knotenpunkte;
- „Vulnerable Cyclist“ (Verletzliche/r RadfahrerIn): meist Kinder, ältere Menschen und Menschen mit Einschränkungen, möchten sicher Fahrrad fahren und nicht von anderen VerkehrsteilnehmerInnen (oder anderen Fahrrädern) überholt werden, die Infrastruktur muss Fehler verzeihen können;
- „Courier Cyclist“ (Berufliche/r RadfahrerIn): möchte sein Ziel sehr schnell erreichen (Zeitdruck), braucht mehr Platz (Lastenrad, Anhänger).

Der Fahrradbeauftragte von Portland, Roger Geller, betrachtete darüber hinaus die Stresstoleranz von Radfahrenden im Straßenverkehr. Daraus ergeben sich vier Typen von Radfahrenden, die unterschiedliche Einstellungen der Bevölkerung zum Radfahren berücksichtigen:

- Furchtlose,
- Gewohnheitsfahrende,
- Interessierte,
- Nichtfahrende (NRVP 2019).

Diese „four types of cyclist“ sind heute eine anerkannte Klassifikation. Mit ihr verbunden ist jeweils die Aussage, welche Bedingungen für unterschiedliche Nutzergruppen erfüllt sein müssen, damit sie mit dem Rad mobil sein können (ADFC 2019, Dill 2015). Gellers Typologie wurde durch mehrere Studien an der Portland State University wissenschaftlich bestätigt und weiterentwickelt. Demnach sind 60 Prozent der Bevölkerung Interessierte, 5 Prozent Gewohnheitsfahrende und 2 Prozent Furchtlose. Die verbleibenden 33 Prozent sind Nichtfahrradfahrende (Geller 2009).

Auf die Regelakzeptanz der einzelnen Typen wird bei vielen Klassifizierungen nicht explizit eingegangen. Bei den niederländischen Typen kann die Regelakzeptanz bei den „Everyday Cyclist“ und den „Courier Cyclist“ als am niedrigsten angesehen werden. Bei der Typisierung von Geller indiziert schon der Name des „Furchtlosen“, dass seine Regelakzeptanz flexibel ist. VerkehrsökologInnen der TU Dresden ordnen die Gewohnheitsfahrenden in Bezug auf die Regelakzeptanz als niedrig ein (Francke et al. 2018: 10). Dies ist auf viele Radfahrtypen-Modelle übertragbar.

Inwiefern die Algorithmen von avF die unterschiedlichen Radfahrtypen in Zukunft erkennen können, ist schwer abzusehen. Da unterschiedliche Typen unterschiedliche Fahrweisen haben, könnten avF aber eventuell anhand dessen prognostizieren, welche Fahrweise (z. B. offensiv, defensiv, mit Regelakzeptanz) zu erwarten ist.

## 2.4 UNFÄLLE VON RADFAHRENDEN

### Unfallstatistik

Laut Statistischem Bundesamt sind im Jahr 2018 in Deutschland insgesamt 88 472 Unfälle mit Fahrrad- bzw. Pedeleceteiligung geschehen. Zwischen 2017 und 2018 stieg die Anzahl der Unfälle von Radfahrenden in Deutschland um 11 Prozent (Destatis 2019). Noch höher liegen die Zahlen getöteter Rad- und Pedelec-fahrender: Die Zahl ist von 382 im Jahr 2017 auf 455 im Jahr 2018 gestiegen (+16 Prozent; ebd.). Generell ist das Risiko, beim Radfahren zu sterben, laut Aussage des Unfallforschers Siegfried Brockmann, dreimal höher als beim Auto- und Motorradfahren. Die Wahrscheinlichkeit schwerer Verletzungen ist siebenmal höher (Burger 2019).

### Unfallgeschehen

Dabei ereignen sich 90 Prozent der Unfälle von Radfahrenden innerorts (Destatis 2019). Außerorts haben Unfälle in der Regel deutlich schwerere Folgen: 40 Prozent dieser Unfälle ereignen sich mit tödlichen Folgen (BMVI 2012: 28). Ein Großteil der polizeilich erfassten Radunfälle geschieht an Knotenpunkten, beim Einbiegen oder Kreuzen der Fahrbahn (DLR 2015, Schreck 2016, GDV 2016). Bei Unfällen in Fahrtrichtung sind Ursachen für Radunfälle zu dichtes Auf-fahren, Überholen durch andere Verkehrsteilnehmende mit häufig zu geringem Abstand oder Behinderungen durch ruhenden Verkehr entlang von Radinfrastrukturen (LAB 2014, Richter et al. 2019, Tagesspiegel 2019, Schreiber/Beyer 2019, DVR 2019). Häufige Unfallursache ist außerdem die Missachtung der Vorfahrt oder die Fehleinschätzung der Geschwindigkeit durch andere VerkehrsteilnehmerInnen (GDV 2015). Wenn es zur Kollision kommt, ist in 75 Prozent der Fälle der Pkw der Hauptunfallverursacher (Destatis 2019).

### Unfälle mit dem ruhenden Verkehr

Eine Studie des Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) aus dem Jahr 2019 hat ergeben, dass neben markierten Radinfrastrukturen (Radfahrstreifen und Schutzstreifen) parkende Fahrzeuge einen erheblichen Einfluss auf die Anzahl von Unfällen mit Fahrrädern haben. Der Studie zufolge geschehen 65 Prozent der Unfälle auf Radfahr- bzw. Schutzstreifen durch sich öffnende Pkw-Türen (sog. Doorring-Unfälle; Schreiber/Beyer 2019): Die Tatsache, dass 16 Prozent der Autofahrenden beim Türöffnen keinen Schulterblick machen, erhöht für vorbeifahrende RadlerInnen das Risiko für Unfälle stark (DVR 2019). In diesen Parkbereichen ist die Unfallhäufigkeit ungefähr viermal so hoch wie ohne die Parksituation.

Aber auch ohne Unfälle stellen parkende Fahrzeuge eine erhebliche Behinderung für Radfahrende dar, insbesondere wenn sie auf Radwegen – und damit falsch – abgestellt sind. Solche Beeinträchtigungen behindern einen effizienten und sicheren Radverkehr: Laut einer Studie sind 40 Prozent von 40 000 ausgewerteten Radfahrenden auf Schutzstreifen davon betroffen. Bei einer Erhebung auf 35 Radfahrstreifen und 47 Schutzstreifen wurden zahlreiche regelwidrige Parkvorgänge von Pkw festgestellt: Auf Schutzstreifen wurden pro Kilometer und Stunde 6,1 parkende und

10,1 haltende Pkw gemessen, auf Radfahrstreifen 1,1 parkende und 4,5 haltende Pkw pro Kilometer und Stunde gemessen (Richter et al. 2019). Insgesamt wurde von der GDV festgestellt, dass fast jeder fünfte Unfall von Radfahrenden im Zusammenhang mit dem Parken steht (GDV 2020).

### 3. RAHMENBEDINGUNGEN AUTOMATISIERTER UND VERNETZTER FAHRZEUGE

Wann avF in Deutschland eingeführt werden können, ist schwer zu prognostizieren. Die Aussagen zur technischen Machbarkeit von IT- und von Automobilunternehmen sind sehr uneinheitlich und von der Konkurrenzsituation beeinflusst.

In einer Anfang 2019 vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung veröffentlichten Studie wird davon ausgegangen, dass sich neue Automatisierungstechnologien anfangs stärker im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) und bei Lkw verbreiten und anfangs vor allem höherpreisige Kfz damit ausgestattet werden. Unabhängig vom jeweiligen Verkehrsmittel geht die Studie davon aus, dass auch im Jahr 2050 die automatisierten Fahrzeuge ab Level 4<sup>2</sup> noch in der Minderzahl sind (ISI 2019: 109–119). Neben der deutschlandweiten Diffusion von avF wird davon ausgegangen, dass ihre stadt- und verkehrsräumliche Verbreitung sehr unterschiedlich ausfallen wird: AvF werden in komplexen Umgebungen nicht oder nur langsam fahren können (vgl. Soteropoulos et al. 2020; Mitteregger et al. 2020: 81–84).

#### 3.1 FAHRVERHALTEN DER AUTOMATISIERTEN UND VERNETZTEN FAHRZEUGE

Automatisierte und vernetzte Fahrzeuge bieten die Chance, dass die geltenden Verkehrsregeln vollständig durchgesetzt werden (Beckmann/Sammer 2016: 4; Rothfuchs/Engler 2018: 569). Wie die Fahrzeuge bei Gefahr einer Kollision reagieren sollen, ist ethisch umstritten und nicht abschließend festgelegt (vgl. Bonnefon et al. 2016). Bezüglich der Sicherheit von Radfahrenden ist zu berücksichtigen, wie avF in Bezug auf Situationen, in denen sie zwischen dem eigenen Schutz oder Fremdschutz entscheiden müssen, programmiert werden. Hierbei können neue Konfliktpunkte und Unfallursachen für Fahrräder entstehen, wenn das avF beispielsweise wegen eines entgegenkommenden Lkw ausweichen muss und auf den Schutz- oder Radfahrstreifen fährt (Awad et al. 2018).

Im Forschungsprojekt wird davon ausgegangen, dass avF in Deutschland folgende Fahreigenschaften haben werden:

- Geschwindigkeitsbegrenzungen werden nicht überschritten, dies gilt auch für Überholvorgänge.
- Die rechtlich verpflichtenden Sicherheitsabstände zu anderen Verkehrsteilnehmenden werden immer eingehalten. Ist dies nicht möglich, stoppt das Fahrzeug oder verlangsamt die Geschwindigkeit, bis die Abstände eingehalten werden können.

---

2 Im Beitrag ist mit Level die jeweilige Automatisierungsstufe nach SAE-Norm J3016 gemeint (SAE International 2018).

- Ausnahmen von Verkehrsregeln gibt es nur, wenn durch die Regeleinhaltung Unfälle entstehen. Bei kritischen Situationen besteht die höchste Priorität darin, anzuhalten.
- AvF können nicht mit allen anderen Verkehrsteilnehmenden digital kommunizieren. Sie müssen andere Verkehrsteilnehmende und Hindernisse visuell wahrnehmen.
- Die in avF verwendeten Algorithmen haben das Ziel, die Sicherheit der eigenen FahrzeuginsassInnen gleichwertig mit der Sicherheit aller Verkehrsteilnehmenden zu werten.

Gerade aufgrund der gesetzlichen Überholabstände werden avF eine defensive Fahrweise praktizieren. Seit der StVO-Novelle 2020 gilt in Deutschland ein Mindestabstand von 1,5 Metern beim innerörtlichen Überholen von Radfahrenden (§ 5 Abs. 4 StVO). Ebenso ist die Einführung eines neuen Verkehrsschildes beschlossen, welches an bestimmten Stellen Autos verbietet, Radfahrende zu überholen (BMVI 2020).

## 3.2 AUSWIRKUNGEN AUF DIE ANZAHL DES RUHENDEN UND FAHRENDEN MOTORISIERTEN INDIVIDUALVERKEHRS DURCH AUTOMATISIERTE UND VERNETZTE FAHRZEUGE

Inwiefern der öffentliche Raum sowie der Straßenraum im „Jahrhundert des sehenden Fahrzeuges“ (Dickmanns 2020) umgestaltet werden kann, hängt im hohen Maß davon ab, ob künftig mit steigendem oder verringertem motorisiertem Individualverkehr (MIV) gerechnet werden muss. Viele Studien, die sich mit dem Thema beschäftigen, gehen derzeit davon aus, dass der Individualverkehr mit steigender Automatisierung zunimmt (Heinrichs 2015, 2017; Botello et al. 2019; Millard-Ball 2019; Lee et al. 2019; Weert/Ruhrort 2019; Mitteregger et al. 2020: 37). Gründe dafür sind eine höhere Nachfrage durch neu akquirierte Nutzergruppen (z. B. Menschen mit Fahrbeeinträchtigungen), eine erhöhte Attraktivität des Individualverkehrs und in Zukunft auch Leerfahrten (Heinrichs 2015, 2017; Botello et al. 2019). Die verstärkte Skepsis gegenüber geteilten Verkehrsmitteln bzw. ÖPNV durch die Covid-19-Pandemie 2020 könnte mittelfristig zu einer gesteigerten MIV-Nutzung führen – abhängig von der künftigen Entwicklung des Virus sowie der damit bestehenden Möglichkeiten zur Eindämmung.

Bei einem Verkehr, der ausschließlich aus automatisierten und vernetzten Fahrzeugen besteht, hätten die städtischen Verkehrsräume theoretisch höhere Kapazitäten als bei fahrergeführten Fahrzeugen. Gründe sind schnellere Reaktionszeiten beim Anfahren und das Fahren im Verbund bzw. das verdichtete Fahren mit wenig Abständen zwischen einzelnen Fahrzeugen (Heinrichs 2015; Beckmann/Sammer 2016: 4; Rothfuchs/Engler 2018). Ein Nachteil ist, dass avF diese Vorteile nur anwenden können, wenn sie nicht mit fahrergeführten Fahrzeugen und anderen Verkehrsteilnehmenden interagieren müssen. Dafür müsste großflächig neue Infrastruktur angelegt werden. Eine Alternative wäre, in bestimmten Bereichen andere Verkehrsteilnehmende auszuschließen, was eine Rückkehr zu den Prinzipien der autogerechten Stadt bedeuten würde (vgl. Dangschat 2018).

Der Flächenverbrauch der avF für den ruhenden Verkehr könnte sich stark reduzieren – wie stark, ist schwer zu prognostizieren. Studien, die einen theoretischen Wert von 100 Prozent avF angenommen haben, gehen von Einsparungen bis zu 90 Prozent des ruhenden Verkehrs aus, wenn avF von mehreren NutzerInnen zeitgleich verwendet werden (Heinrichs 2015; Rothfuchs/Engler 2018; Ritz 2018; Lemmer 2019: 26–29; Millard-Ball 2019: 5; Mitteregger et al. 2020: 74). Andere Forschende rechnen mit deutlich weniger Einsparungen (Skinner/Bidwell 2016, Alessandrini et al. 2015). Bei den unterschiedlichen Studien ist zu beachten, dass ein signifikanter

Rückgang des ruhenden Verkehrs erst prognostiziert wird, wenn es hohe Anteile von Level-4- und -5-Fahrzeugen mit hohen Besetzungsraten gibt.

Auch wenn sich die Annahmen zu Kosten und Flächensparnis durch avF auf eine relativ ferne Zukunft beziehen, sind Städte bereits jetzt gefordert, zukunftsfähig zu planen. Sinnvoll ist es, Maßnahmen zu entwickeln, die aktiven Verkehr, Elektrokleinstfahrzeuge und ÖPNV fördern und dabei die steigenden Anteile von avF mit in Betracht ziehen (ISI 2019: 157). Zielbringende Maßnahmen wären die Bereitstellung von mehr und qualitativ hochwertigeren Flächen für aktive Mobilität, Mautsysteme für Kern- oder Innenstädte, das Ausweisen von Straßen- oder Fahrspuren, die Pkw mit mehr Insassen bevorzugen, und der Ausbau des ÖPNV, insbesondere auch des ÖPNV on demand. Eine große Chance von avF liegt darin, dass dessen Systeme sich zuerst in hochpreisigen Pkw, Bussen und Lkw durchsetzen (ebd.: 109–119). In dieser Übergangszeit kann der ÖPNV eine deutlich höhere Nutzerfreundlichkeit und Kosteneffizienz entwickeln. Gründe sind, dass deutlich weniger Personal benötigt wird und sich On-Demand-Systeme bei einem automatisiert fahrenden ÖPNV leichter einführen lassen. Zusätzlich können bestehende Lücken im ÖPNV-Netz durch On-Demand-Dienste geschlossen werden, wobei die Abhängigkeit vom motorisierten Individualverkehr, unabhängig ob automatisiert oder fahrergeführt, verringert werden kann.

### 3.3 FLÄCHENERSPARNIS IM VERKEHRSRAUM DURCH AUTOMATISIERTE UND VERNETZTE FAHRZEUGE

Wie im vorherigen Abschnitt geschildert, können hauptsächlich Flächen, die heute für den ruhenden Verkehr genutzt werden, durch avF eingespart werden. Dies kann nur geschehen, wenn künftig Fahrten vermehrt geteilt werden. Um darzustellen, wie sich der Verkehrsraum verändern könnte, ist die derzeitige Raumaufteilung zu ermitteln.

Es gibt nur wenige Erhebungen über die Aufteilung des Straßenraums in Städten. Im Jahr 2014 wurde in Berlin untersucht, welche Anteile an den Verkehrsflächen für die unterschiedlichen Verkehrsarten bereitgestellt werden. Das Ergebnis zeigt, dass 58 Prozent der Verkehrsflächen für Autos reserviert sind, 19 Prozent davon für parkende Fahrzeuge; 33 Prozent der Fläche nehmen Fußwege ein, der eigenständige Radverkehr verfügt nur über 3 Prozent der Verkehrsfläche (Agentur für clevere Städte 2014). In Kopenhagen untersuchten die Blogger von copenhagenez.com, wie auf dem Hans Christian Andersen Boulevard der Verkehrsraum aufgeteilt ist. Das Ergebnis zeigt, dass der größte Teil der Flächen dem motorisierten Verkehr zur Verfügung gestellt wird (54 Prozent, davon 12 Prozent für Parkplätze am Straßenrand), FußgängerInnen nutzen 26 Prozent und Radfahrende 7 Prozent der Flächen (Copenhagenez.com 2017). Eigene Stichproben, die im Forschungsprojekt anhand von Online-Stadtplänen durchgeführt wurden, führen in sieben Straßen und an vier Kreuzungen in Kaiserslautern, Mannheim und Karlsruhe zu ähnlichen Ergebnissen.

In der Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06)<sup>3</sup> sind in 59 von 97 empfohlenen Straßenquerschnitten Flächen für den ruhenden Verkehr enthalten. Einzig für Wohnwege und anbaufreie Straßen werden in den Beispielquerschnitten keine Flächen für den ruhenden Verkehr ausgewiesen. Im Mittel aus allen Beispielquerschnitten sind 14 Prozent der Verkehrsflächen für den ruhenden Verkehr (Parken und Abstandsflächen) reserviert (eigene Auswertung der RAST 06 nach FGSV 2006: 36–62, vgl. Tab. 1).

3 Die Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06) sind ein in Deutschland gültiges technisches Regelwerk. Sie werden von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen in Köln herausgegeben und werden in allen Bundesländern zur Anwendung empfohlen.

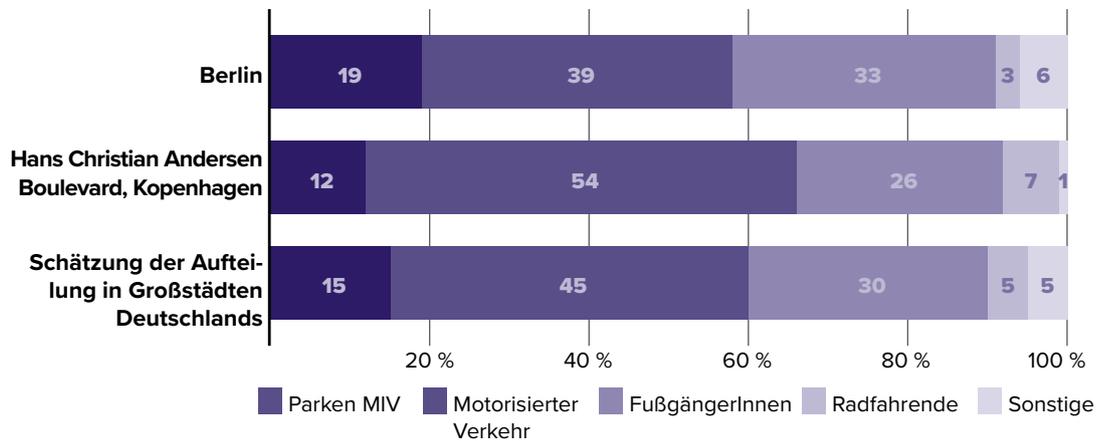
**Tabelle 1:** Empfohlene Straßenquerschnitte nach RAS 06 (FGSV 2006)

	Fahrbahn	Parken
<b>Wohnstraße</b>	4–6,5 m	Teilweise ohne (4 von 9) 14–30 % der Querschnittsbreite
<b>Sammelstraße</b>	5,5–7,5 m	Teilweise ohne (3 von 8) 23–31 % der Querschnittsbreite
<b>Quartierstraße</b>	5,5–7,5 m	Teilweise ohne (1 von 5) 19–26 % der Querschnittsbreite
<b>Örtliche Einfahrtstraße</b>	6,5–7,5m	Teilweise ohne (2 von 7) 13–23 % der Querschnittsbreite
<b>Hauptgeschäftsstraße</b>	6–13 m	Teilweise ohne (4 von 13) 11–21 % der Querschnittsbreite

Quelle: FGSV (2006), eigene Darstellung und Auswertung nach Louen (2020)

Basierend auf den wenigen Erhebungen und der Auswertung der RAS 06 ist davon auszugehen, dass in deutschen Städten ungefähr 15 Prozent der Verkehrsflächen für den ruhenden Verkehr zur Verfügung gestellt werden (vgl. Abb. 2). Der Anteil schwankt dabei je nach Straßentyp stark. Straßen ohne Flächen für das Parken sind kaum vorhanden.

**Abbildung 2:** Aufteilung ausgewählter großstädtischer Straßenräume nach Verkehrsteilnehmenden



Quelle: Berlin – Agentur für clevere Städte (2014); Kopenhagen – Copenhagenize.com (2017); eigene Darstellung (Schätzung der Aufteilung in Großstädten Deutschland)

Die Flächen für ruhende Pkw könnten bei avF, die als Ride-Sharing-Systeme genutzt werden und somit fast ständig in Bewegung sind, eingespart werden. Dass dieses Szenario in naher Zukunft eintritt, ist aber nicht wahrscheinlich. Aus diesem Grund ist es zielführend, davon auszugehen, dass sich mit der steigenden Einführung von avF zunächst wenig an dem Bedarf von Flächen für den ruhenden und fließenden Verkehr ändert. Ein auf die Vermeidung von parkenden Fahrzeugen ausgerichtetes innerstädtisches Verkehrskonzept kann bereits zum jetzigen Zeitpunkt anfangen, Straßenprofile mit höherer Aufenthaltsqualität und einer gerechten

Flächenverteilung zwischen ÖV (öffentlichem Verkehr), MIV und aktiver Mobilität zu fördern. Damit kann neben Flächen für Radverkehrinfrastruktur auch Platz für dezentrale, hochwertige Freiräume geschaffen werden. Statt den Platz nur dem MIV zur Verfügung zu stellen, können Sport, Erholungs-, Spiel- und Grünflächen sowie in innerstädtischen Gebieten größere Außenbereiche in der Gastronomie ermöglicht werden.

## **4. LEITZIELE DER DEUTSCHEN BUNDESREGIERUNG ZUM RADVERKEHR UND AUTOMATISIERTEN UND VERNETZTEN FAHRZEUGEN**

### **4.1 LEITZIELE ZUM RADVERKEHR**

Die Förderung des Radverkehrs leistet einen wichtigen Beitrag zur Erreichung von Umweltzielen sowie zur Lösung von Verkehrsproblemen in Innenstädten. Viele europäische Städte verzeichnen eine Zunahme des Radverkehrsanteiles (Schreiber/Beyer 2019), der auch in Deutschland gesteigert werden soll. Der Nationale Radverkehrsplan (NRVP) 2020 nennt als zentrale Aspekte sichere Infrastrukturen sowie ein hohes Sicherheitsgefühl der Radfahrenden. Der NRVP nennt acht Leitziele: Viele davon verfolgen eine deutliche Steigerung des Radverkehrsanteiles aller Altersklassen und Nutzungsformen (Freizeit, Beruf, Lastenverkehr). Ein weiteres Ziel fordert ein lückenloses Radverkehrsnetz mit konfliktarmen Infrastrukturen, um das subjektive und objektive Sicherheitsempfinden zu steigern sowie die Aufenthaltsqualität in den Städten zu erhöhen. Um diese Ziele zu erreichen, soll Digitalisierung sowie eine effektive Planung genutzt werden (BMVI 2019b).

### **4.2 LEITZIELE HINSICHTLICH AUTOMATISIERTEN UND VERNETZTEN FAHRZEUGEN**

Die Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren der Bundesregierung hat zum Ziel, Deutschland als Leitanbieter und Leitmarkt zu etablieren. Es soll frühzeitig ermöglicht werden, avF im Test- und Regelbetrieb zu erproben. Die Bundesregierung erhofft sich von automatisierter und vernetzter Mobilität (avM) eine Steigerung von Effizienz und Sicherheit bei weniger Emissionen sowie die Stärkung Deutschlands als Innovations- und Wirtschaftsstandort. Um dies zu ermöglichen, sind 2015 folgende Leitziele festgelegt worden: „die Anpassung des nationalen Rechtsrahmens, insbesondere die Änderung des Straßenverkehrsgesetzes, die Verabschiedung eines Maßnahmenplans zur Schaffung von Ethik-Regeln für Fahrcomputer, die Einrichtung und Koordinierung von Testfeldern für das automatisierte und vernetzte Fahren im Realverkehr, die Unterstützung der Forschung und Entwicklung von avF-Lösungen von der Grundlagen- bis zur Anwendungsforschung, die aktive Gestaltung von Regelungen und Standards in Gremien auf europäischer und internationaler Ebene“ (BMVI 2015).

Um negative Auswirkungen von avM zu vermeiden, fordert das Beratungsgremium der Bundesregierung, die Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, dass im Zuge automatisierter Mobilität der MIV nicht ansteigen sollte. Als Gründe für mögliche Steigerungseffekte beim MIV werden u. a. Leerfahrten und Verlagerungseffekte von anderen Verkehrsarten wie dem Radverkehr und dem ÖPNV genannt (NPM 2019: 5).

Die Bundesregierung hat als Ziel formuliert, dass Deutschland das erste Land weltweit sein wird, das autonome Kraftfahrzeuge im Regelbetrieb und im gesamten nationalen Geltungsbereich erlaubt (Seibert 2020).

## 5. KRITERIEN FÜR DIE DRIVABILITY VON AUTOMATISIERTEN UND VERNETZTEN FAHRZEUGEN IN DER INTERAKTION MIT RADFAHRENDEN

Ob automatisierte Fahrfunktionen genutzt werden können, hängt stark von der jeweiligen Umgebung, in der sich das Fahrzeug bewegt, ab (Soteropoulos et al. 2020, Mitteregger et al. 2020, SAE International 2018). Welche Kriterien in Bezug auf Radfahrende die „drivability“ (Fahrbarkeit) von avF ermöglichen, wurde aus den vorherigen Abschnitten hergeleitet.

Folgende Kriterien ergeben sich nach Abwägung des Fahrverhaltens von Radfahrenden und der daraus folgenden Ansprüche an die Infrastruktur: Straßenbreite, Art der Radinfrastruktur, Geschwindigkeit der Verkehrsteilnehmenden, die Möglichkeit zur Einschätzung der Fahrweise Radfahrender (freie Sichtachsen), Art des Radfahrenden sowie Anzahl und Art der Verkehrsteilnehmenden (vgl. Abb. 3).

Die Straßenbreite, die Anzahl von Radfahrenden, die Art der Radinfrastruktur und die Geschwindigkeit des Verkehrs haben dabei den größten Einfluss auf ein gelungenes Miteinander von avF und Radfahrenden. Bei einer angepassten Geschwindigkeit von 20 bis 30 km/h können Sicherheitsabstände deutlich geringer ausfallen, im Weiteren müssen Sichtachsen über kürzere Streckenabschnitte gewährleistet sein. Nach RASt 06 halbieren sich die freizu-

**Abbildung 3:** Übersicht der Kriterien für die Drivability von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen in der Interaktion mit Radfahrenden



Quelle: eigene Darstellung

haltenden Bereiche im Seitenraum, wenn die Geschwindigkeit von 50 auf 30 km/h reduziert wird (FGSV 2006: 88).

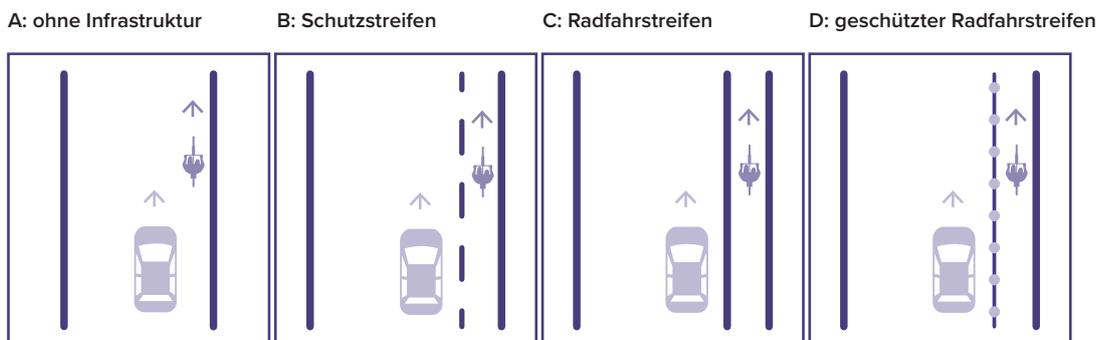
Eine geringe Straßenbreite bedeutet für avF, dass sie Radfahrende nicht überholen können und die Geschwindigkeit entsprechend anpassen müssen. Die Fahrweise von Radfahrenden wird dabei zum einen von der Infrastruktur, aber auch von der Umgebung geprägt. Liegen am Straßenrand Wohngebäude oder Gebäude, die wichtige Ziele von Radfahrenden sind, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass unvorhersehbare Fahrmanöver durchgeführt werden. Das macht es für avF schwer, konfliktfrei und regelkonform zu fahren.

Die Heterogenität der Straßenräume stellt avF vor unterschiedlich komplexe Herausforderungen. Wenn viele Radfahrende mit unterschiedlichen Fahrweisen gleichzeitig unterwegs sind und wegen fehlender Sichtachsen im engen Straßenraum nicht immer zu detektieren sind, wird die Drivability stark eingeschränkt. Solche Straßenräume gibt es vor allem in historisch gewachsenen, dicht bevölkerten und vielseitig genutzten Stadtstrukturen. Im Gegensatz dazu sind weitläufigere Straßen, die vom Kfz dominiert und von anderen Verkehrsteilnehmenden kaum genutzt werden, deutlich besser für avF geeignet. Diese Art von Straßen gibt es vor allem in den Außenbezirken und im Umland. Zurzeit befinden sich auf diesen Straßentypen eher weniger Radfahrende. Beispiele für diese Straßentypologien sind Gewerbe-, Industrie-, Sammel- oder Einfahrstraßen. Diese Differenzierung ähnelt der von Soteropoulos erarbeiteten Drivability am Beispiel Wiens, in der aufgezeigt wird, dass ältere, meist zentral gelegene Quartiere eine größere Herausforderung für avF darstellen als periphere gelegene, autoaffine Stadtbereiche (Mitteregger et al. 2020: 81–84). Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich avF in dichten innerstädtischen Quartieren mit einer hohen Anzahl Radfahrenden, wenn sich diese frei im Straßenraum bewegen, an deren Geschwindigkeit anpassen müssen.

## 6. EIGNUNG VON RADVERKEHR-FÜHRUNGSFORMEN FÜR AVF: MISCHVERKEHR ODER GETRENNTER VERKEHR?

Der Radverkehr wird in Deutschland hauptsächlich über vier Führungsformen in Straßenräume integriert: (A) ohne Infrastruktur frei im Straßenraum, auf markierten (B) Schutz- bzw. (C) Radfahrstreifen oder baulich getrennt bzw. (D) auf einem geschützten Radfahrstreifen (vgl. Abb. 4).

**Abbildung 4:** Führungsformen des Radverkehrs



Quelle: eigene Darstellung

Große Unterschiede in der Interaktion zwischen avF und Radfahrenden entstehen dabei nur, wenn der Radverkehr separat angelegt ist. Neben den unterschiedlichen Führungsformen haben auch unterschiedliche Straßenräume und Quartiere abweichende Eignungen für ein Miteinander von Radfahrenden und avF (vgl. vorheriger Abschnitt).

Die Vor- und Nachteile von einer getrennten Führungsform für Radfahrende werden von PlanerInnen und UnfallforscherInnen kontrovers diskutiert. Welche Auswirkungen die beiden Verkehrssysteme auf ein Miteinander von avF und Radfahrenden haben könnten, wird im folgenden Abschnitt skizziert (vgl. Tab. 2). Zunächst werden die Folgen einer Trennung von Rad- und motorisiertem Verkehr verdeutlicht. Beispiele für Städte mit einer verstärkten Trennung der Verkehrsarten finden sich in Dänemark und den Niederlanden (Gehl 2010: 213; Bernold et al. 2017; Milde 2017). Die meisten anderen westeuropäischen Länder haben Radfahrende größtenteils im Mischverkehr integriert. Städte wie Paris, Brüssel oder auch Berlin beginnen, den Radverkehr vermehrt getrennt auf eigenen Radfahrstreifen zu führen, insbesondere auf Hauptverkehrsstraßen.

Positiv an einer Trennung von Radverkehr und motorisiertem Verkehr ist für Radfahrende, dass die subjektive Sicherheit für sie steigt (NRVP 2019, FixMyCity 2020). Durch eine Erhöhung der Sicherheit können größere Teile der Bevölkerung zum Radfahren motiviert werden (Sinus 2017: 67, 70–72, 140), was ferner zu weiteren Sicherheitsgewinnen für Radfahrende führen kann. Die Unfallzahlen von Radfahrenden sind in Ländern mit hohem Anteil von Radverkehr deutlich niedriger. Dies wird auf den „Safety in Numbers“ bezeichneten Effekt zurückgeführt: Autofahrende, die mit Radfahrenden rechnen, erzeugen seltener Unfälle mit ihnen (Jacobsen 2003; Dutch Cycling 2019; Gehl 2010: 216; Woolsgrove/Armstrong 2020: 6; Greenpeace 2018: 10). Inwiefern dies auch auf avF zutrifft, ist noch unklar.

Bei Straßentypen, die von einer hohen Anzahl an unterschiedlichen Verkehrsteilnehmenden frequentiert werden, sind baulich getrennte Radwege für avF die einzige Möglichkeit, um autonom die zulässige Geschwindigkeit erreichen zu können (Taub 2019, Heinrichs 2015). Gründe hierfür sind die gesetzlichen Abstandsregeln beim Überholen sowie die Schwierigkeit für avF, Bewegungen von Radfahrenden vorauszusehen (Randelhoff 2017, Mingels 2019).

Getrennte Radwege sind in Deutschland innerstädtisch bisher kaum verbreitet, es müsste also großflächig neue Infrastruktur gebaut werden. Je nachdem, wie eine bauliche Trennung gestaltet wird, kann sie die Durchlässigkeit von Straßen, die Aufenthaltsqualität und Barrierefreiheit in Städten einschränken und damit die Umsetzung des Leitbildes der gemischten und lebendigen Stadt erschweren. Zusätzlich müssten der öffentliche Raum und der Verkehrsraum stark verändert werden. Neue Flächen für separierte Radwege können entstehen, indem Fahrspuren des ruhenden und fließenden motorisierten Verkehrs umgenutzt werden.

Vorteile des Mischverkehrs sind, dass die Infrastruktur und der öffentliche Raum wenig angepasst bzw. umgebaut werden müssen. Offene Straßenräume, in denen alle Verkehrsteilnehmenden gleichberechtigt aktiv sind und gegenseitig Rücksicht nehmen, spiegeln die Vielfalt der belebten europäischen Stadt wider. Sie ermöglichen Lebendigkeit und Offenheit, die lebenswerte Städte ausmachen und tragen damit zu einer hohen Lebensqualität in Städten bei. Im gemischten Verkehr müssen alle regelkonform fahrenden Verkehrsteilnehmenden ihre Geschwindigkeiten aneinander anpassen, was insgesamt deutlich niedrigere Geschwindigkeiten zur Folge hätte. Das Risiko von schweren oder tödlichen Unfällen sinkt bei langsamerem Verkehr drastisch. Die Stadt Oslo, die speziell ihren motorisierten Verkehr verlangsamt und zusätzlich getrennte Infrastruktur für Radfahrende an Hauptstraßen zur Verfügung stellt, registrierte im Jahr 2019 keine im Verkehr tödlich verunglückte Radfahrende und Zufußgehende (Bliss 2018, Walker 2020).

Für avF sind gemischte Verkehrssituationen eine große Herausforderung, da sie Probleme haben, auf das intuitive Fahren der fahrergeführten Fahrzeuge und der Radfahrenden im offenen Straßenraum zu reagieren. Die defensive Fahrweise von Radfahrenden wird sie häufig ausbremsen und ein Überholen ist, unter Wahrung der gesetzlich vorgeschriebenen Mindestabstände, selten möglich. Für einen regelkonformen Überholvorgang von Radfahrenden ist entweder eine zweite Fahrspur oder eine einzelne Fahrspur mit 5,5 Metern Breite erforderlich (vgl. FGSV 2006: 27, Abschnitt rechtliche Einordnung Radverkehr). Bei der Analyse von bestehenden Straßen und den Empfehlungen aus den RAS 06 wird klar, dass das bestehende Straßennetz ein regelkonformes Überholen häufig erschwert. Bei Gegenverkehr ist ein regelkonformes Überholen meistens ausgeschlossen (vgl. Tab. 1).

**Tabelle 2:** Radfahrende und automatisierte und vernetzte Fahrzeuge im Misch- oder getrennten Verkehr: Stärken und Schwächen

Mischverkehr	
Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine neue Infrastruktur nötig</li> <li>„Offene“ Straßenräume, die eine hohe Aufenthaltsqualität bieten.</li> <li>Alle regelkonform fahrenden Verkehrsteilnehmenden müssen langsamer fahren: Die Folge sind weniger schwerwiegende Unfälle und verstärkte Potentiale von aktiver Mobilität.</li> <li>Gegenseitige Rücksichtnahme ist Voraussetzung und sorgt für einen Verkehr auf Augenhöhe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Große Probleme für avF, im städtischen Verkehr zu fahren.</li> <li>Hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge müssen wahrscheinlich in begrenzten Straßenräumen mit Mischverkehr in den manuellen Modus wechseln oder Schrittgeschwindigkeit fahren.</li> <li>Niedrige subjektive Sicherheit bei Radfahrenden, die aber bei hohen avF-Anteilen steigen kann, da diese regelkonform fahren und überholen.</li> <li>Regelkonformes Überholen von Radfahrerinnen und Radfahrern ist auf den meisten innerstädtischen Straßen Deutschlands nicht oder nur schwer möglich.</li> </ul>
Getrennter Verkehr	
Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> <li>AvF haben weniger Probleme, mit Verkehrsteilnehmenden zu interagieren.</li> <li>Hohe subjektive Sicherheit für Radfahrende</li> <li>Mehr Menschen werden motiviert, Rad zu fahren. Dies kann die Sicherheit für alle Radfahrenden erhöhen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Großflächiger Bau von neuer Infrastruktur nötig</li> <li>Hoher Flächenverbrauch, in Straßen mit geringen Querschnitten nicht möglich</li> <li>Je nach Gestaltung der Trennungen zwischen den Verkehrsarten wird die Barrierefreiheit in Städten eingeschränkt.</li> </ul>

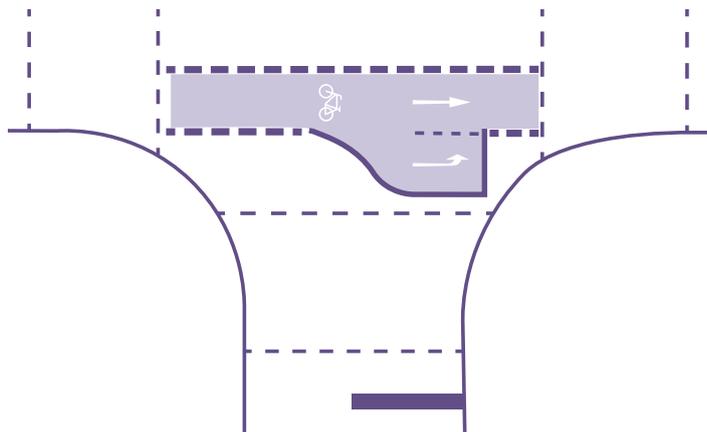
Quelle: eigene Darstellung

Basierend auf dem derzeitigen Forschungsstand zu den Vor- und Nachteilen von getrennter bzw. gemischter Infrastruktur können unterschiedliche Straßentypen gezielt entwickelt werden, um einen effizienten Verkehr für lebenswerte Städte zu ermöglichen. Separierte Radinfrastruktur ist an relativ breiten Hauptverkehrsstraßen die beste Möglichkeit, insbesondere dann, wenn motorisierte Verkehrsteilnehmende schneller als 30 km/h fahren. Die Flächen für diese Infrastruktur sollten, soweit es möglich ist, aus denen des ruhenden und fahrenden motorisierten Verkehrs gewonnen werden. Ein Mischverkehr ist auf Nebenverkehrsstraßen zielführend, wenn die Geschwindigkeit von motorisierten Fahrzeugen auf maximal 30 km/h beschränkt ist. Dies würde bei einem steigenden Anteil von Radfahrenden dazu führen, dass avF ihre Geschwindigkeit wegen fehlenden Überholmöglichkeiten an Radfahrende anpassen, was den gesamten Verkehr sicherer macht.

## 7. DIE BEDEUTUNG VON KNOTENPUNKTEN

Knotenpunkte sind häufig Orte der Begegnung mit einer starken Bedeutung für das Stadtleben. Gleichzeitig sind sie Unfallschwerpunkte, speziell zwischen Radfahrenden und motorisiertem Verkehr. Gestaltungsvarianten wie eine geschützte Kreuzung<sup>4</sup> oder Kreuzungen, an denen Radfahrende durch dem MIV vorgelagerte Haltelinien und eine frühere Grünphase besser sichtbar sind, sollen Unfälle verhindern. Da die Sensoren von avF so angebracht sind, dass keine toten Winkel entstehen, könnten viele Unfälle verhindert werden. Genauso wie fahrergeführte Fahrzeuge benötigen avF ein freies Sichtfeld, um Radfahrende unter allen Bedingungen detektieren zu können. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, auch bei avF das Parken an Knotenpunkten zu verhindern und stattdessen Nutzungen zu finden, welche die freie Sicht auf den gesamten Knotenpunkt für alle Verkehrsteilnehmenden ermöglichen. Des Weiteren könnten avF die Fahrweise von Radfahrenden besser berechnen, wenn die Möglichkeiten ihrer Fahrweise begrenzt sind. Knotenpunkte, an denen indirektes Linksabbiegen gefördert wird (vgl. Abb. 5) oder Fahrradinfrastrukturen plötzlich enden, erschweren es, die Bewegungen von Radfahrenden vorzusehen.

**Abbildung 5:** Kreuzung mit Führungen für indirektes Linksabbiegen



Quelle: eigene Darstellung nach RAS 06 (FGSV 2006)

4 Eine Kreuzung, bei der Radfahrende und FußgängerInnen vom Kraftverkehr getrennt sind und auf zurückgesetzten separierten Fahrstreifen queren (vgl. Darmstadt fährt Rad 2020).

## 8. FAZIT

Radfahrende sind agil, wendig und haben spezielle Verkehrsregeln. Die nicht erst seit der Corona-Pandemie stark wachsenden Anteile von Radfahrenden stellen die avF vor dementsprechend große Herausforderungen. Die ersten Teilergebnisse der Arbeitspakete des Lehrstuhls Stadtplanung im Forschungsprojekt „Konzepte zur Integration des Radverkehrs in zukünftige urbane Verkehrsstrukturen mit autonomen Fahrzeugen – RAD-AUTO-NOM“ zeigen, dass sich avF in dichten Quartieren, die von vielen Radfahrenden frequentiert werden, ohne Anpassungen der Infrastruktur oder der Geschwindigkeit nur schwer bewegen werden können.

Die steigenden Unfallraten von Radfahrenden mit viel zu häufigen tödlichen Folgen zeigen, dass ein hoher Handlungsbedarf besteht, den städtischen Verkehrsraum sicherer zu gestalten. Hier besteht eine große Chance, dass avF den Verkehr gefahrloser machen. Im Gegensatz zu fahrergeführten Kfz werden ihre Systeme eine absolute Regeltreue durchsetzen und große Sicherheitsabstände zu Radfahrenden einhalten. Das kann den Großteil von Unfällen, für den die Pkw derzeit überwiegend die Hauptschuld haben, verhindern. Eine Reduzierung von haltenden und parkenden Kfz kann Gleiches bewirken: Ein Fünftel aller Radfahrunfälle stehen mit parkenden Kfz in Verbindung.

Die Regelakzeptanz von Radfahrenden wird bei für sie angepasster Infrastruktur besser. Dies ist speziell für einen Verkehr mit avF wichtig, da die fehlende Regelakzeptanz zu einem zentralen Konfliktpunkt für den durchregulierten und kontrollierten automatisierten Fahrverkehr werden kann (intuitives Fahren versus regulierte und intolerante Systeme).

Das städtische Umfeld und die Gestaltung des Straßen- bzw. öffentlichen Raums hat einen großen Einfluss auf die Lebensqualität in Städten und die Sicherheit ihrer Verkehrsteilnehmenden. Dichte und kompakte Städte können einen hohen Anteil des MIV-Verkehrs vermeiden und mehr geteilt genutzte Flächen im öffentlichen Raum schaffen. Verstärkt durch die Corona-Pandemie wird die städtische Mobilität weltweit neu gedacht. Der Straßenraum wird als „urban terrace“ gesehen, als ein großer „shared space“, in dem sich Gastronomie, Warteschlangen und große Menschenmengen mindestens gleichberechtigt zum Autoverkehr aufhalten können. Dieser Umbau kann nur gelingen, wenn in Städten mehr Flächengerechtigkeit herrscht und nicht mehr die größten Teile der Verkehrsfläche für den MIV genutzt werden. Allein die Flächen für den ruhenden Verkehr würden in vielen Straßenräumen ausreichen, um adäquate Flächen für mehr aktive Mobilität zur Verfügung zu stellen.

Fahrradfreundliche Städte in Dänemark und den Niederlanden, die als europäische Fahrradvorreiter gelten, sind besser für einen zukünftigen Verkehr von Fahrrad und avF ausgerichtet. Durch die teilweise getrennte und speziell für Radfahrende gebaute Infrastruktur ist die Regelakzeptanz von Radfahrenden höher, wodurch ihr Fahrverhalten für avF leichter vorhersehbar sein könnte.

Eine weitere Möglichkeit, Radfahren berechenbarer zu gestalten, besteht darin, Straßen so anzupassen, dass die gesetzlich geforderten Überholabstände zu Radfahrenden eingehalten werden können. Zusätzlich können Barrieren für den Rad- und Fußverkehr ein Überqueren an ausgewählten Straßen erschweren. Solche Maßnahmen würden die Straßenräume allerdings stark beeinträchtigen und die Städte deutlich weniger lebenswert und vielfältig machen. Dies würde den „[g]rundlegende[n] Widerspruch: öffentliche Räume hoher Aufenthaltsqualität und avM bei höheren Geschwindigkeiten“ (Mitteregger et al. 2020: 138) verwirklichen und eine neue autogerechte Stadt darstellen.

Auch wenn es Leitziele der Verkehrspolitik Deutschlands zu Radfahrenden und auch zu avM gibt, hängt es stark von künftigen gesetzlichen Regelungen ab, wie die Städte an avF und die sich generell verändernden Rahmenbedingungen von Verkehr angepasst werden müssen. Ein für StadtplanerInnen wichtiges Ziel ist es, „Inseln der Autonomie“ – Bereiche oder Straßen, in denen es früher möglich ist, automatisiert zu fahren – nicht ungeplant entstehen zu lassen. Ziel sollte es sein, den geplanten Einsatz von avF zum Anlass zu nehmen, die Straßenräume für alle Verkehrsteilnehmenden gleichberechtigt zu gestalten, insbesondere auch in Siedlungen am Stadtrand. Dabei ist auch ein automatisierter ÖV zu berücksichtigen. Geringere Höchstgeschwindigkeiten im MIV und mehr Raum für Verkehrsteilnehmende, die einen geringen Flächenverbrauch haben (ÖPNV, Radfahrende, FußgängerInnen und Elektrokleinstfahrzeuge), sind wichtige Maßnahmen für lebenswerte Stadtquartiere mit öffentlichen Räumen für alle Teile der Bevölkerung.

Ein wachsender Radverkehr und die schrittweise Einführung von automatisierter und vernetzter Mobilität verändert wenig Grundlegendes an den gängigen Gestaltungsschwerpunkten für lebendige Städte mit sicheren Verkehrsräumen. Zu nennende Leitlinien sind u. a.:

- Freihalten von Sichträumen für alle Verkehrsteilnehmenden,
- ausreichend Flächen für die unterschiedlichen Verkehrsarten, auf denen mit niedrigen Geschwindigkeiten gefahren wird, und
- eine kompakte, funktionsgemischte Stadtstruktur, die den Verkehr reduziert.

Um automatisiertes Fahren in urbanen Räumen mit hohem Radverkehrsanteil zu ermöglichen, sollten in der Regel die Höchstgeschwindigkeiten an Radfahrende angepasst werden. Dies gilt primär für enge Straßenräume mit vielen unterschiedlichen Verkehrsteilnehmenden. Im Rahmen der Mobilitätswende und der Corona-Pandemie sind bereits Geschwindigkeitsreduzierungen in einigen Innenstädten zu beobachten (z. B. Brüssel, Mainz oder Bilbao). Somit könnte der gesamte öffentliche Raum als „urban terrace“ und „shared space“ genutzt und Unfälle stark reduziert werden.

## 9. AUSBLICK UND FORSCHUNGSBEDARF

Im weiteren Verlauf des Forschungsprojekts werden konkrete Empfehlungen und Gestaltungsansätze zur Konfliktvermeidung zwischen Radfahrenden und avF erarbeitet. Dazu führt das Institut für Mobilität und Verkehr (imove) der Technischen Universität Kaiserslautern Befragungen und Fahrversuche durch, um mit verkehrswissenschaftlichen Methoden die Belange der funktionalen Sicherheit zu ermitteln. Das Fachgebiet Elektromobilität errichtet eine Simulationsumgebung zur Bewertung der Wechselwirkungen zwischen verkehrlich-planerischen Konzepten und technischen Systemen. Dafür werden Bewegungsprofile von Radfahrenden mit Methoden des maschinellen Lernens ausgewertet, um eine Erkennung und Vorhersage zu ermöglichen. Der Lehrstuhl Stadtplanung wird stadtplanerische Konzepte zur Gestaltung von Radverkehrsanlagen im öffentlichen Raum unter avF-Bedingungen erstellen.

Die Frage, wie Städte planerisch mit steigenden Anteilen von avF umgehen, bietet vielfältigen zusätzlichen Forschungsbedarf: Im vorliegenden Beitrag ist wenig auf die zunehmende Ausdifferenzierung von Mikromobilität (Radfahrende, Elektrokleinstfahrzeuge, Pedelecs, Lastenfahrzeuge und Ähnliches) und den Einfluss dieses Trends auf avF eingegangen worden. Des Weiteren sind Knotenpunkte von enormer Bedeutung für einen konfliktfreien Verkehr. Gerade auch

wegen ihrer stadträumlichen und verkehrlichen Bedeutung sollten sie differenziert untersucht werden. Dabei sind Unterschiede der automatisierten Drivability, je nach Art des Knotenpunktes, eine wichtige Frage. Grundsätzlich ist zu diskutieren, wie die Level des automatisierten Fahrens stärker auf unterschiedliche Straßenräume und das Miteinander von unterschiedlichen Verkehrsarten angepasst werden können (vgl. Stayton/Stilgoe 2020). Dies würde helfen zu planen, wo und wie avF fahren können.

## LITERATUR

- ADAC 2019. „Digitale Hilfe für den Schulterblick Ausstiegswarner gegen Dooring-Unfälle im Vergleich“, 20.8.2019. München. <https://tinyurl.com/yuanftyc> (9.10.2019).
- ADFC (Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club) 2018a. „Verkehrsrechte für Radfahrende“, 28.4.2020. Berlin. <https://tinyurl.com/5xzzbs7r> (3.9.2019).
- ADFC 2018b. „Sichere Kreuzungen durch mehr Fahrradstellplätze“, 24.4.2018. Berlin. <https://tinyurl.com/jfet72f8> (18.9.2019).
- ADFC 2018c. Positionspapier geschützte Radfahrstreifen, 13.4.2018. Berlin. <https://tinyurl.com/6hzva7du> (20.6.2020).
- ADFC 2019. „So geht Verkehrswende – Infrastrukturelemente für den Radverkehr“, Mai 2019. Berlin. <https://tinyurl.com/jyfbr9tt> (9.10.2019).
- Agentur für clevere Städte (Hrsg.) 2014. „Wem gehört die Stadt? Der Flächen-Gerechtigkeits-Report“, 5.8.2014. Berlin. <https://tinyurl.com/rmttt8> (28.12.2019).
- Alessandrini, A., A. Campagna, P. D. Site, F. Filippi und L. Persia 2015. „Automated vehicles and the rethinking of mobility and cities“, in *Transportation Research Procedia* 5, 145–160.
- Alrutz, D., W. Bohle, H. Müller und H. Prahlow 2009. *Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern*. Bergisch Gladbach: Wirtschaftsverlag NW.
- Amelang, S. 2020. „Corona crisis shakes up shift to sustainable urban mobility“, Clean Energy Wire, 29.5.2020. [www.cleanenergywire.org/news/corona-crisis-shakes-shift-sustainable-urban-mobility](http://www.cleanenergywire.org/news/corona-crisis-shakes-shift-sustainable-urban-mobility) (4.6.2020).
- Awad, E., S. Dsouza, R. Kim, J. Schulz, J. Heinrich, A. Shariff, J. Bonnefon und I. Rahwan 2018. „The Moral Machine experiment“, in *Nature* 563, 59–64.
- Beckmann, K. J., und G. Sammer 2016. „Autonomes Fahren im Stadt- und Regionalverkehr, Memorandum für eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung aus der integrierten Sicht der Verkehrswissenschaft“, 25.10.2016. DOI: 10.13140/RG.2.2.21205.42721.
- Bernold, M., M. Pintner und A. Felczak 2017. „Niederlande: Erfolgsgeheimnisse aus dem Fahrrad-Paradies“, in *Drahtesel. Das österreichische Fahrradmagazin* 3, 9–11. <https://tinyurl.com/6k3c5ntt> (6.10.2020).
- Bliss, L. 2018. „The War on Cars, Norwegian Edition“, Bloomberg CityLab, 3.5.2018. [www.citylab.com/transportation/2018/05/oslos-race-to-become-a-major-bike-haven/559358/](http://www.citylab.com/transportation/2018/05/oslos-race-to-become-a-major-bike-haven/559358/) (4.1.2020).
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) 2012. „Nationaler Radverkehrsplan 2020: Den Radverkehr gemeinsam weiterentwickeln“. Berlin. <https://tinyurl.com/2uj8nkw2> (30.8.2019).
- BMVI 2015. „Automatisiertes und vernetztes Fahren“. Berlin. <https://tinyurl.com/7xw8atmj> (18.11.2019).
- BMVI 2019a. „Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Fahrradverkehr – Radfahren schützt das Klima und die Umwelt“. Berlin. <https://tinyurl.com/sjpxzzzt> (19.9.2019).
- BMVI 2019b. „Die acht Leitziele des nationalen Radverkehrsplans“. Berlin. [www.zukunft-radverkehr.bmvi.de/bmvi/de/home/info/id/15](http://www.zukunft-radverkehr.bmvi.de/bmvi/de/home/info/id/15) (19.9.2019).
- BMVI 2020. „Wir machen den Straßenverkehr noch sicherer, klimafreundlicher und gerechter“. Berlin. [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/stvo-novelle-sachinformationen.html](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/stvo-novelle-sachinformationen.html) (19.6.2020).
- Bonnefon, J., A. Shariff und I. Rahwan 2016. „The social dilemma of autonomous vehicles“, in *Science* 6293, 1573–1576.

- Botello, B., R. Buehler, S. Hankey, A. Mondschein und Z. Jiang 2019. „Planning for walking and cycling in an autonomous-vehicle future“, in *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* 1, 1–4. DOI: 10.1016/j.trip.2019.100012.
- Burger, J. 2019. „Radfahren: Neben der Spur“, in *Zeitmagazin* 26, 18.9.2019, 14–20.
- Copenhagenize.com 2017. „Arrogance of Space – Copenhagen – Hans Christian Andersen Boulevard“, 9.5.2017. <https://tinyurl.com/2az63v42> (2.1.2020).
- Dangschat, R. 2018. „Automatisierung des (urbanen) Verkehrs – Neu-Erfindung oder Widerspruch zur ‚Europäischen Stadt‘“, in *Urbanität im 21. Jahrhundert*, hg. N. Gestring und J. Wehrheim, Frankfurt am Main/New York: Campus, 313–335.
- Darmstadt fährt Rad 2020. „Wunderlösung Schutzkreuzung? – Teil 2“, 19.1.2020. [www.darmstadtfaehrad.org/?p=2594](http://www.darmstadtfaehrad.org/?p=2594) (22.1.2020).
- Destatis (Statistisches Bundesamt) 2019. „Verkehrsunfälle: Kraftrad- und Fahrradunfälle im Straßenverkehr 2018“, 19.8.2019. Wiesbaden. <https://tinyurl.com/y2kn3a7c> (20.9.2019).
- Dickmanns, E. 2020. „Dickmanns Pionierarbeit zum autonomen Fahren“, Presseinformation, 28.2.2020, Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM. <https://tinyurl.com/pm2284pv> (4.6.2020).
- Dill, J. 2015. „Webinar, Part II: Four Types of Cyclists: A National Look“, TREC Webinar Series, Book 5, 11.8.2015. [www.core.ac.uk/download/pdf/81253510.pdf](http://www.core.ac.uk/download/pdf/81253510.pdf) (19.9.2019).
- DLR 2015. „XCycle Projekt – Advanced Measures to Reduce Cyclists’ Fatalities and Increase Comfort in the Interaction with Motorised Vehicles“, funded by The Horizon 2020 Framework Programme of the European Union, Università di Bologna. [www.xcycle-h2020.eu/](http://www.xcycle-h2020.eu/), [www.cordis.europa.eu/project/id/635975](http://www.cordis.europa.eu/project/id/635975) (12.7.2020).
- Dutch Cycling 2019. „Die Niederlande – Eine Entwicklungsgeschichte des Radfahrens“, *The Dutch Cycling Embassy*. [www.dutchcycling.nl/images/downloads/Brochure\\_German.pdf](http://www.dutchcycling.nl/images/downloads/Brochure_German.pdf) (10.10.2019).
- DVR (Deutscher Verkehrssicherheitsrat) 2019. „Dooring-Unfälle: Mehr als jeder zehnte Auto Fahrer beim Aussteigen unaufmerksam“, 9.9.2019. Bonn. <https://tinyurl.com/6xbz7x46> (9.10.2019).
- FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen) 2006. „Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen – RASt 06“, Ausgabe 2006. Download unter <https://tinyurl.com/3j2jdvsx> (19.8.2020).
- FixMyCity 2020. „Studie zur subjektiven Sicherheit im Radverkehr – Ergebnisse und Datensatz einer Umfrage mit über 21.000 Teilnehmenden“, 6.7.2020. Berlin. [www.fixmyberlin.de/research/subjektive-sicherheit](http://www.fixmyberlin.de/research/subjektive-sicherheit) (10.7.2020).
- Fleming S. 2017. *Velotopia: The Production of Cyclespace in Our Minds and Our Cities*. Rotterdam: nai010.
- Francke, A., J. Anke und S. Lißner, 2018. „Sag mir, wie du radelst und ich sage dir, welche Infrastruktur du dir wünschst – Darstellung erster Ergebnisse einer Radfahrertypologie“, in 26. *Verkehrswissenschaftliche Tage: Grenzenlos(er) Verkehr!?, Tagungsband*, hg. v. TU Dresden, 139–152.
- GDV (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft) 2015. „Geschwindigkeitswahrnehmung von einspurigen Fahrzeugen“, 12.6.2015. Berlin. Download unter [www.udv.de/de/publikationen/forschungsberichte/geschwindigkeitswahrnehmung-einspurigen-fahrzeugen](http://www.udv.de/de/publikationen/forschungsberichte/geschwindigkeitswahrnehmung-einspurigen-fahrzeugen) (1.7.2020).
- GDV 2016. „Typische Unfälle zwischen Pkw und Radfahrern“. Berlin. Download unter [www.udv.de/download/file/fid/10069](http://www.udv.de/download/file/fid/10069) (1.4.2020).
- GDV 2020. „Unfallrisiko Parken für Fußgänger und Radfahrer“, *Unfallforschung kompakt* Nr. 98. Berlin. Download unter <https://udv.de/download/file/fid/12576> (12.7.2020).
- Gehl, J. 2010. *Städte für Menschen*, 3. Auflage. Berlin: Jovis.
- Geller, R. 2009. „Four Types of Cyclists“. Portland, OR: Portland Bureau of Transportation. [www.portlandoregon.gov/transportation/article/158497](http://www.portlandoregon.gov/transportation/article/158497) (9.5.2019).
- Greenpeace 2018. „Radfahrende schützen – Klimaschutz stärken: Sichere und attraktive Wege für mehr Radverkehr in Städten“, 1.8.2018. Hamburg. <https://tinyurl.com/fwfp7jy8> (10.2.2020).
- Heinrichs, D. 2015. *Autonomes Fahren und Stadtstruktur*. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg.
- Heinrichs, D. 2017. „Autonomes Fahren fordert die Planung heraus“, *Treffpunkt Kommune*, 5.10.2017. [www.treffpunkt-kommune.de/autonomes-fahren-fordert-die-planung-heraus/](http://www.treffpunkt-kommune.de/autonomes-fahren-fordert-die-planung-heraus/) (20.9.2019).
- Huemer, A., und K. Eckhardt-Lieberam 2016. „Regelkenntnisse bei deutschen RadfahrerInnen: Onlinebefragung unter Erwachsenen und SchülerInnen“, in *Zeitschrift für Verkehrssicherheit* (62) 5, 21–27.

- ILS (Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung) 2013. „Einstellungsorientierte Akzeptanzanalyse zur Elektromobilität im Fahrradverkehr“, *ILS-Forschung* 1/2013. Dortmund. [www.repository.difu.de/jspui/bitstream/difu/220522/1/DM13110843.pdf](http://www.repository.difu.de/jspui/bitstream/difu/220522/1/DM13110843.pdf) (10.7.2020).
- ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ) 2019. „Energie- und Treibhausgaswirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens im Straßenverkehr“, Wissenschaftliche Beratung des BMVI zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie. Karlsruhe. <https://tinyurl.com/u587csvs> (15.12.2019).
- Jacobsen, P. 2003. „Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling“, in *Injury Prevention* (9) 3, 205–209.
- Kahn, J. 2018. „To Get Ready for Robot Driving, Some Want to Reprogram Pedestrians“, Bloomberg News, 16.8.2018. <https://tinyurl.com/ymajj9vv> (15.9.2020).
- Klein, T., D. Köhler, T. Stein und E. Süselbeck 2020. „Radverkehr im Ausnahmezustand. Mit Rückenwind aus der Krise?“, difu Deutsches Institut für Urbanistik, 2.6.2020. [www.difu.de/nachricht/radverkehr-im-ausnahmezustand-mit-rueckenwind-aus-der-krise](http://www.difu.de/nachricht/radverkehr-im-ausnahmezustand-mit-rueckenwind-aus-der-krise) (4.6.2020).
- LAB (The League of American Bicyclists) 2014. „Bicyclists safety must be a priority: Findings from a year of fatality tracking – and the urgent need for better data“. Washington, DC. [www.bikeleague.org/sites/default/files/EBC\\_report\\_final.pdf](http://www.bikeleague.org/sites/default/files/EBC_report_final.pdf) (10.6.2020).
- Lee, P., J. Loucks, D. Stewart, G. Jarvis und C. Arkenberg 2019. „Technology, Media, and Telecommunications Predictions 2020“, Deloitte.Insights. <https://tinyurl.com/24f5dh9e> (2.1.2020).
- Lemmer, K. 2019. *Neue autoMobilität II: Kooperativer Straßenverkehr und intelligente Verkehrssteuerung für die Mobilität der Zukunft*. München: Utz.
- Louen, C. 2020. „Veränderungspotential im Straßenraum durch autonomes Fahren“, Vortrag bei der Tagung Autonomes Fahren und Stadtentwicklung, Kassel.
- Milde, M. 2017. „Radverkehr in den Niederlanden und Deutschland. Ein kritisch-optimistischer Vergleich“, Vortrag, AGFS-Kongress 2017: 200 Jahre Fahrrad. <https://tinyurl.com/2tw8fauy> (6.10.2019).
- Millard-Ball, A. 2019. „The autonomous vehicle parking problem“, in *Transport Policy* 75, 99–108. <https://tinyurl.com/wm4a8ypy> (7.11.2019).
- Mingels, G. 2019. „Das Auto darf selbst fahren – so, wie ich es will“, [spiegel.de](http://spiegel.de), 1.11.2019, [www.spiegel.de/plus/alex-roy-der-schillste-kritiker-der-selbstfahrenden-autos-a-00000000-0002-0001-0000-000166735193](http://www.spiegel.de/plus/alex-roy-der-schillste-kritiker-der-selbstfahrenden-autos-a-00000000-0002-0001-0000-000166735193) (7.11.2019).
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuvs und I. Banerjee 2020. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*. Berlin: Springer Vieweg.
- Neufert, E. 2009. *Bauentwurfslehre*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Nobis, C. 2019. „Mobilität in Deutschland – MID. Analysen zum Radverkehr und Fußverkehr“, Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15), Bonn/Berlin. <https://tinyurl.com/3psam2vk> (5.1.2020).
- NPM (Nationale Plattform Zukunft der Mobilität) 2019. „Zweiter Zwischenbericht: Handlungsempfehlungen zum Autonomen Fahren. Arbeitsgruppe 3: Digitalisierung für den Mobilitätssektor“. Berlin. <https://tinyurl.com/k9kuxdh5> (7.12. 2019).
- NRVP (Nationaler Radverkehrsplan) 2019. „Keine Angst beim Radfahren: Subjektive Sicherheit im Radverkehr“, Fahrradportal, 5.6.2019. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. [www.nrvp.de/21242](http://www.nrvp.de/21242) (5.6.2019).
- Randelhoff, M. 2017. „Zukunftsszenarien für das automatisierte Fahren in der Stadt – Chancen und Risiken für den Radverkehr“, Vortrag, 27.12.2017. [www.zukunft-mobilitaet.net/166701/verkehrssicherheit/automatisiertes-fahren-radverkehr-zukunftsszenarien-stadtverkehr-vortrag/](http://www.zukunft-mobilitaet.net/166701/verkehrssicherheit/automatisiertes-fahren-radverkehr-zukunftsszenarien-stadtverkehr-vortrag/) (18.9.2019).
- Reid, C. 2018. „Cyclists Don't Respect Rules, Said Nissan CEO Carlos Ghosn Arrested On Suspicion Of Fraud“, *Forbes*, 19.11.2018. <https://tinyurl.com/32fu2k5d> (15.9.2019).
- Richter, T., O. Beyer, J. Ortlepp und M. Schreiber 2019. „Sicherheit und Nutzbarkeit markierter Radverkehrsführungen“, *Forschungsbericht Nr. 59*. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft. Download unter [www.udv.de/download/file/fid/11903](http://www.udv.de/download/file/fid/11903) (10.10.2019).
- Ritz, J. 2018. *Mobilitätswende – autonome Autos erobern unsere Straßen: Ressourcenverbrauch, Ökonomie und Sicherheit*. Wiesbaden: Springer.

- Rothfuchs, K., und P. Engler 2018. „Auswirkungen des autonomen Fahrens aus Sicht der Verkehrsplanung“, in *Straßenverkehrstechnik* 8, 564–571.
- SAE International 2018. „Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles – J3016“, 15.6.2018. [www.sae.org/standards/content/j3016\\_201806/](http://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/) (20.4.2020).
- Schreck, B. 2016. „Radverkehr – Unfallgeschehen und Stand der Forschung“, in *Zeitschrift für Verkehrssicherheit* (62) 2, 63–77.
- Schreiber, M., und O. Beyer 2019. „Sicherheit und Nutzbarkeit markierter Radverkehrsführungen“, in *Straßenverkehrstechnik* (12), 585–865.
- Schwab, A. 2019. „Radwege und niederländische Kreuzungen: Keine Wunderlösung“, in *mobilogisch* 2, 18–23.
- Seibert, S. 2020. „Gestärkt aus der Krise, gemeinsam die Mobilität der Zukunft gestalten“, *Pressemitteilung* 316, 8.9.2020. Berlin: Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (BPA). <https://tinyurl.com/hv4vctxd> (10.9.2020).
- Sinus 2017. „Fahrrad-Monitor Deutschland 2017: Ergebnisse einer repräsentativen Online-Umfrage“, 25.10.2017. Heidelberg/Berlin: Sinus Markt- und Sozialforschung. <https://tinyurl.com/way95epp> (18.2.2020).
- Skinner, R., und N. Bidwell 2016. „Making Better Places: Autonomous vehicles and future opportunities“, WSP | Parsons Brinckerhoff in association with Farrells. [www.wsp.com/-/media/Sector/Global/Document/Making-better-places.pdf](http://www.wsp.com/-/media/Sector/Global/Document/Making-better-places.pdf) (6.10.2020).
- Soteropoulos, A., M. Mitteregger, M. Berger und J. Zwirchmayr 2020. „Automated drivability: Toward an assessment of the spatial deployment of level 4 automated vehicles“, in *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 136, 64–84.
- Stayton E., und J. Stilgoe 2020. „It’s Time to Rethink Levels of Automation for Self-Driving Vehicles“, SSRN, 13.5.2020. Download unter <https://tinyurl.com/4sfj6efa> (7.10.2020).
- Tagesspiegel 2019. „Radmesser“. <https://interaktiv.tagesspiegel.de/radmesser/> (3.9.2019).
- Taub, E. 2019. „How Jaywalking Could Jam Up the Era of Self-Driving Cars“, *New York Times*, 1.8.2019, [www.nytimes.com/2019/08/01/business/self-driving-cars-jaywalking.html](http://www.nytimes.com/2019/08/01/business/self-driving-cars-jaywalking.html) (6.10.2019).
- Walker, A. 2020. „Oslo saw zero pedestrian and cyclist deaths in 2019. Here’s how the city did it“, *Curbed*, 3.1.2020. <https://tinyurl.com/56sy6yjk> (7.1.2020).
- Weert, C., und L. Ruhrt 2019. „Mobilitätsatlas: Daten und Fakten für die Verkehrswende“, hg. v. Heinrich-Böll-Stiftung und VCD Verkehrsclub Deutschland e. V. [www.boell.de/sites/default/files/2019-11/mobilitaetsatlas.pdf?dimension1=ds\\_mobilitaetsatlas2019](http://www.boell.de/sites/default/files/2019-11/mobilitaetsatlas.pdf?dimension1=ds_mobilitaetsatlas2019) (6.11.2019).
- Woolsgrove, C., und J. Armstrong 2020. „Best Practice Guide: Safer Cycling Advocate Program“. Brüssel: European Cyclists’ Federation. <https://tinyurl.com/53r5zn9p> (15.1.2020).

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





# 12 Against the Driverless City

Steven Fleming

It's the first rule of marketing: don't start with the product, start with the customer's need. The customer seeking a drill bit, we are reminded, is really just seeking a hole.

We could likewise say the person who we think wants a driverless car, doesn't want that, or even a helicopter or teleporter for that matter. They want to be somewhere else.

If that somewhere else is a place of retreat—a house in the country or isolated beach—then maybe, just maybe, an autonomous car is the answer. But how many trips are to get away from other people? Most trips are not to places per se. Most trips are to meet people or join groups. We move for the sake of new unions.

None of us wants a driverless car, any more than we want a new drill bit. What we really want is to regroup. From the group we're a part of at breakfast—our family, let's say—we might want to join a work team, crew, gang, committee, cohort, jury, class, board, panel, etcetera, in time for the start of the workday. Before returning to the group we began with, we might have joined audiences, choirs, class reunions, sports teams, or any of hundreds of possible groupings.

Many groupings, of course, involve only two people: a server and a diner, a doctor and a patient, a customer and a shop assistant, or simply two friends. Whatever their size, the possibility of many such groupings in a day is the *raison d'être* for cities. The form of any city, along with its mobility system, is a result of the inhabitants' wish to group and regroup. It's why central land in a city costs more: times taken to get there are shorter.

Artists' impressions of future cities, if cities were reshaped to suit driverless cars, appeal to our emotions—they are sublime. They hypnotize us with technological possibilities, the way a new drill can. If we fall under the spell of those visions, we risk treating our cities like Masonite sheets in the hands of weekend handymen with new drill bits, turning them into pegboard for no reason except that their drill bits allowed.

We've seen how our ancestors got carried away with the car. They went crazy remodeling human settlements to suit the new tool, forgetting what settlements are built for, and that is to help people group and regroup. We repeat their mistake if we get too excited about the new kind of cars, the ones we don't steer. We start thinking these shiny new tools will let us build places of meeting even further apart, never mind what intuition would tell us, that the regrouping function is served by compactness. Since we won't have to drive them, we start thinking of cars as buildings of sorts, in which families might sleep or staff might sit in face-to-face meetings. Since we're not concerning ourselves with life-cycle analyses, public health, or

---

Steven Fleming  
Cycle Space  
info@cycle-space.com

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_12)

the poor, we might as well go all the way and imagine our bodies as playing cards, and every grouping as a dealt hand, and every building as a card dealer, in a world operating as a giant machine, built to shuffle people around.

There are cities like Dubai that function as symbols of wealth. In cities like those, the re-sorting of people into teams, boards, crews, and the like, could cease altogether and the economy would barely be touched. The meeting rooms, classrooms, and shops aren't the engines of Dubai's wealth. The oil fields and gulf are, and those don't depend on people coming together. If any city could sink its surplus into a gigantic experiment that involves driverless cars, and all the infrastructure they require, it would be Dubai.

Most cities aren't like that. They depend on mobility, even more than the basics, like food and water. There's the countryside for those who are hungry or thirsty. What brings people to cities, is the opportunity of connecting with people. You only have to look at what social distancing did to most economies during the COVID-19 pandemic, to know cities' fortunes depend on face-to-face groupings, and regroupings, of people. Most cities don't have the luxury of experimenting with city forms that proceed, teleologically, from a new gadget. The gadget's success could be the city's demise. Thinking must proceed from the problem of regrouping itself.

Accepting that regrouping is the city's paramount function, leads us to take a step back for a moment and look at the city in such terms alone. As best as we can, we need to look past the pegboard mistake of our immediate ancestors who got carried away building settlements dependent on cars. We should also look beyond whatever form our cities took as a result of the invention of streetcars and trains. At a time when some are rushing to imagine how driverless cars might reshape the city, we should pause to think in the opposite manner and not even assume that historic town centers, shaped over centuries by the most basic mode, walking, are necessarily more than historical blunders.

It would be nice to suggest that we think about building a city from scratch, to be the most fluid city ever, when it comes to sorting people into new groups. However, we know from the arguments caused by Thomas More's *Utopia* or Plato's projection of an ideal polis in the *Laws* that discussions that aren't grounded in tangible models can throw up more stumbling blocks than they provide answers.

What we need are examples of actual places, specifically designed to group and regroup large numbers of people, that are sufficiently like cities for us to see how their lessons might be transferred. High schools and Olympic parks would both qualify. However, for their sophistication and comparability to cities, airports do the most for our thinking.

The biggest airports (Hartsfield–Jackson Atlanta, Beijing, Dubai, O'Hare, etc.) regroup more people per day than cities of a million inhabitants. At holiday time they manage more than three hundred thousand connections per day. If we disregard security checkpoints, which cities don't have, and luggage, which city commuters don't carry and which in airports is transported underground, then we can see the airport as a place that lets Bob and Mary leave the group of passengers they arrived with on a plane from Bogota, and a few minutes later—fifteen at the most—become members of a group who will be departing on the next plane to New York. That's the time it will take Bob and Mary to walk to the Skytrain, take a short ride, then walk from the train to their gate for departure.

On the way, Bob and Mary will have crossed paths with more people than cross their path when they commute in their city. However, those strangers will not have turned traffic lights red on their way. Those strangers will not have caused crowds to thicken so much that Bob and Mary were unable to pass. If Bob and Mary noticed any of those strangers at all, it would

have been because they thought they were attractive or strange. None would have been a hindrance, like traffic.

It's just as well elected governments don't operate airports. Imagine if the mayor of your city was given the reins. Come hell or high water, she would find some way of opening the concourse to all the car addicts who gave her their vote, and wouldn't they love her for that! Instead of a concourse where people must walk, they will have one that allows them to drive. They could drive right the way through and collect their loved ones at the gate. They could drive around looking for parking spots right outside any restaurant or shop. They will have a concourse in which there are taxis hustling to drive Bob and Mary from the gate they arrived at, to the gate they must get to before the plane they must catch, goes to New York without them on board.

It would be madness, but don't laugh: this very thing happened to the city you live in.

I'm from Australia where streets use to have porticos extending halfway out to the middle, but traffic engineers, using words borrowed from the field of hydraulics, wanted streets that had frictionless edges. There's a sad story in Charles Montgomery's book *Happy City* about the pioneer of traffic engineering, Miller McClintock. He completed a PhD on the topic in 1924, filled with arguments for the removal of cars from the city, but with a family to feed, he took a position financed by Studebaker right after university to champion an antithetical line. The new line involved the abolition of porticos. Regardless of how they protected pedestrians, the way pedestrians in airports have roofs to walk under, the columns of porticos were vulnerable in the event of a car crash. Studebaker wanted their customers to have the freedom to crash.

To different degrees, it's a similar story all over the world. Right when walking was getting hard enough anyway because cities were growing, traffic engineers exposed walking to the weather and stopped it with red lights in the shape of stationary men. Now, every few minutes a green walking man flashes for a few seconds, then it's back to vroom vroom.

Movement got put into cars, which in the city don't move. It was as though the city was viewed as a parade ground for the worship of rich peoples' automobiles, crawling at a snail's pace for something to do.

In cities where prosperity derives from the length of a river, the depth of a harbor, a natural fortification, or access to natural resources, you might argue that mobility doesn't matter much, anyway. What does it matter if cars cause congestion, if they are useful as symbols of status!

But cities, these days, don't function that way. Their fortunes ride on their capacity to assemble and reassemble groups sourced from potentially millions of people, all in the course of a single workday. Families relocate to cities for the opportunity of sending one member to a specialized school, another to a specialized job, and of putting another's specialized service or product in reach of millions of potential customers—and all of this during a single workday. Some come from rural areas, where there are no jobs, markets, or schools. Others come from cities where commute times from most neighborhoods (the poor outer districts, which the bourgeoisie tend to ignore) are so slow the city's millions lack access to opportunities all of them would naturally seek.

The main objection to this definition of cities, as places where millions struggle daily for the chance to connect, comes from the modern-day patrician class. Occupying central neighborhoods, a short stroll from the best schools, shops, and jobs, they bemoan the plebeians and their movement. They define cities as places in which to be still. They say the masses don't need all their movement. They need better cafés, or, as Marie Antoinette might say, instead of mobility, they can eat cake.

Enough cities in this world are burgeoning despite their terrible coffee, and in some cases, barely a park or museum, for us to be certain that niceties like these are not the reason that cities exist. Cities exist for the possibility of getting from district to district for education or trade. Cities without the finer things—fine public space, for example—may see the disappearance of a handful from the upper echelons of society, seeking cities with culture or sun, but cities with gridlock lose the struggling masses, who by their sheer weight of numbers, matter far more. The cities that win them, and the companies keen to employ them, are the cities with decent commute times. The airport analogy helps us understand why.

The world's biggest airport would be in New York, if hot destinations were what made certain airports turn into international hubs. However, scanning the field of international airports, we see the really large ones—Dubai, Atlanta, O'Hare—had something else going for them. There was efficiency in the way they helped people regroup that wasn't lost as new terminals kept being added. Whichever airport in a region of the world can keep on providing quick transfers as more and more airlines choose it as a base, will become a honeypot for even more airlines, which will keep coming as long as the concourse and Skytrain can shuffle the volumes of people effectively.

The honeypot lures all sorts of airlines, from those flying small planes to obscure destinations to those filling Airbuses headed to capital cities. The bigger the airport, the easier it is to fully book flights. The bigger the airport, the bigger the market to which an airline will have access.

But the airport must be efficient. If one airport can't guarantee swift passenger connections, there are others that airlines can choose.

The busiest airport in the world is in Atlanta. That's not because Atlanta is unrivaled in terms of its central location to receive international and domestic air traffic, and it's certainly not because millions are clamoring to visit Atlanta itself. It's because the terminal design was efficient and remained efficient as its efficiency led to more growth.

The same mobility system underpins airports as underpins transit-oriented cities. A mass rapid transit system—a Skytrain—moves between terminals, leaving people to walk the last quarter mile. To save them cluttering the concourse while schlepping their luggage, suitcases get handled by others downstairs. Meanwhile, to speed up their walking, moving walkways are often provided.

But stop for a moment and think about the ways many staff move around in these places. Because they are familiar with the environment, they can be trusted on bikes, or in some countries Segways or scooters. Whatever the choice of personal mobility device, it will be faster than walking, yet equally agile. If passengers were familiar with the environment, they might all be trusted to cycle as well.

For staff with duties covering a whole airport, having fast wheels is essential. In some airports it can be as far to walk from one extremity to the other as it is to walk from midtown to downtown in Manhattan. Walking would consume their whole day. But agility is important as well. If staff made these trips in the golf carts used to help the disabled move around airports, they would be slowed down the way carts are slowed down, by pedestrians in their paths. What staff need are nimble wheels that allow them to slip between gaps.

We've imagined what would happen to airports if shrinking, populist, groveling mayors were in charge, but what would happen if the CEOs of airports became the mayors of our cities? Could they ban cars, remove traffic signals and curbs, reinstate weather protection, and allow as many people as could be trusted to speed up their walking with bikes? The first of many questions this raises, is whether or not this would be a recipe for crashes.

There is a live experiment in the central borough of Amsterdam—a district where 68% of all trips are by bike—that absolutely dispels fears that lots of bikes in an airport-like city would cause injuries due to bike crashes. In the middle of the craziest crossroads, where north/south and east/west bike and pedestrian traffic gets funneled, the city of Amsterdam has created a “shared space,” the gedeelde ruimte between Amsterdam Centraal and the city’s free ferries to Amsterdam Noord. The nearest thing you could liken it to are those figure-8 sessions they used to run at skate rinks, the ones that always seemed to end with some poor kid breaking their arm. The shared space behind Amsterdam Centraal is a pure cluster of madness that no planner would want for their city (especially if they cared about the vision-impaired), but it does prove one thing without doubt: pedestrians and cyclists mix without hitting.

That’s not to say no cyclist anywhere in the world has ever crashed into somebody walking; those incidents get so much attention from people who think bikes aren’t legitimate transport but toys, that no one could be unaware that such accidents happen. What is being argued is simply that, where both pedestrians and cyclists are prevalent and known to each other, like in the shared space behind Amsterdam Centraal, they miss each other with surprising aplomb. They are doing, naturally, what engineers are striving to achieve with autonomous cars. They’re automatically engaging in lane formation by following the rider ahead, and they are making subtle adjustments to their speeds in order to anticipate, and just miss, all the others crossing their paths.

To anyone with an interest in two and two, and in putting them together with a mind to reaching new and amazing conclusions, a few possibilities arise from this observation. We start to imagine cities that don’t have any cars, but that do have weather protection, like super-sized airports. If we like, we can imagine what might have happened to the world’s prototypical city, Rome, if the ancient world had had bikes.

The previously walled center of Rome was 13.7 square kilometers and was traversed at walking speed only. Linearly, cycling is five times faster than walking (15 to 20 kph, as opposed to 3 to 4 kph) and therefore capable of encompassing areas twenty-five times greater in the same time. Had the Romans all cycled, their city could have been 68.5 square kilometers in area and still have had the same average trip times. Instead of housing just 450,000 people, the ancient city of Rome could have housed more than ten million.

Let’s not quibble about densities, streets widths, or how ancient Roman cyclists would have made it up the Palatine Hill with no gears. Let’s just acknowledge that if we were starting from scratch, with a new city, we could achieve a hell of a lot if we planned it around cycling and banished the cars.

What would a city made from scratch, around bicycle transport, be like? Our imaginations wouldn’t be too far off target if we pictured eighteenth and nineteenth-century cities built around the speed and dynamics of horses. What is Amsterdam, if not a city designed around horses, where the horses got swapped for bikes?

We have license, though, to imagine something tailor-made for bicycle transport. We are well within our rights, for example, to imagine a city where the streets are protected from rain. Why not! We no longer need rain to wash away horse poo. These days, we have sanitary bicycles that we can use—not to mention a plethora of tiny, electric-powered, personal mobility devices. It’s about time we thought about streets that provide pedestrians and cyclists with weather protection.

It’s time too that we thought about spiraling buildings, buildings that would allow us to cycle all the way up and through them. The time is right to think about undulating ground surfaces,

where places of stopping and slowing are raised, and traveling paths are all lowered. That way, we would not have to brake to slow down or pedal any harder when getting our bikes back to speed.

What gives us license to think in such fanciful terms, about some imaginary, future, bike city? We are granted this license by all those who have been imagining the city of the future if it had driverless cars. If it is OK for some to speculate about cities being even more sprawling, or to picture the street as a virtual train track, filled with cars electronically coupled so they speed along bumper-to-bumper, it is fair that we be allowed to imagine a city planned around bicycle transport.

It may just be the case, too, that a city designed around cycling will have even faster connections, and provide even more comfort, than a city shaped by driverless cars.

In a moment (on the next pages) we'll look at three images imagining the city of the future. Though they haven't been published before, the thinking behind them is from my 2017 book *Velotopia*. It was promoted as the book Ebenezer Howard might have written had he cared more about cycling than trains, or the book Le Corbusier may have written had he not been besotted by cars.

In *Velotopia* I express my bemusement that neither of those authors ever mentioned bicycles as part of their mobility plans. There was actually a bike boom in full swing when Howard was writing about garden cities. As for Le Corbusier, he was a cycling enthusiast himself; you would think the bicycle would figure in some measure in his vision for future cities, but like Howard, his mind went to enclosed and powered machines.

In *Velotopia* I said the problem they must have seen with bikes was all of the horse shit. Streets used to be caked in the stuff, meaning people whose jobs were indoors preferred to travel indoors, in trains, omnibuses, and cars. However, I have come to see an even larger, if less visible, factor at play: the factor of money and power.

It was industrialists who lured millions to cities in the late nineteenth century, so it was industrialists, not politicians or planners, who decided how they would commute. Industry in Victorian London took off thanks to steam engines and railways, so as planning proceeded for the population to grow to six million by the year 1900, it was done hand-in-hand with the train. Producers of oil and cars were behind the postwar prosperity of American cities like Dallas and Detroit, so those cities grew according to a car-dependent model of urban growth.

Bicycling doesn't have a small cartel of rail or oil magnates who stand to get rich from more cycling. The only ones standing to gain are ... everyone else!

The benefactors of a bicycling city are those of us who are not oil or car companies. We are all the small and large businesses, and all the consumers, carers, students, and workers. Our interests don't include trains, cars, or even bikes for that matter. All we want is a city where everyone gets around quickly, preferably cheaply. Can we squeeze into the cigar room of a businessmen's club and conspire about highways or railways? Hardly! We number in the millions. We are the masses at large. All we have are representative bodies: the governments that we elect.

The time has come for governments to open their eyes to something no industrialist is likely to tell them: that fast machines are obstructions to a fast city. To think fast machines could make cities faster, is to misunderstand what cities are. Cities are sorting devices, built to sort, and re-sort, people into all manner of temporary groups.

The city can be likened to a giant bowl full of cornstarch and water into which each of us can lower a spoon. All of us, simultaneously, can slowly move our spoons to any point in the bowl we may wish, and will get to that point in good time. All it takes though, is for one fool to try and stir quickly, and the entire bowl of cornstarch will freeze.

That fool is the person who brings a car into a city. A hundred years ago, their presence created the need for traffic signals, turning movement in the city into a stop-and-start matter. In the future that fool will be in a driverless car, thinking each car should be coupled to cars fore and aft, all speeding around bumper-to-bumper. It will not occur to this fool that he has turned the street into a chainsaw. Lest they be minced, pedestrians will need to be stopped from ever crossing the road, with fencing like you see around train tracks. Will the fool care? Of course not! He is an heir to the Filippo Tommaso Marinetti spirit, not seeing the city as a delicate re-sorting device to make ever-changing groupings of people, but as a stage for rocketing bodies between removed points on the map. He will never understand that rocketing bodies is a business for NASA and SpaceX. He would rather get frozen in oobleck.

The three large plates in this chapter provide an alternative vision of the city of the future to those offered by believers in driverless cars. The first is of an apartment block, designed around a bike-friendly access gallery.

**Plate 1:** An apartment building designed to make use of things that have wheels.



Image: Steven Fleming

The idea here is to eliminate a portion of time in each trip that the automotive industry has chosen to discount: the time it takes to get on the road after walking out your front door. Average car trip times for cities are collated from data recorded in logbooks that study subjects keep in the glove compartments of their cars. They don't capture the time that can be spent schlepping children and groceries between cars, homes, and destinations. In the building we're about to imagine, that schlepping all disappears. If you wanted to, you could take your children in your cargo bike and use the cargo bike as a trolley when doing your shopping.

**Figure 1:** An apartment designed to make use of the bike.



Designer: Matt Sansom

It would not be essential to include an elevator in a building like this. If there was one, it would only be for taking you up. Coming down would be faster by bike—the bike you would keep inside your apartment if you lived in a building like this. You wouldn't leave home without it, at least not if you were concerned about time. That is because there would be no faster way out of this building than on a bike. With the whole building designed around a spiraling escape ramp of sorts, leaving would be as simple as riding out your front door and letting go of your brakes. The only faster way out of a building would be via a fireman's pole!

**Figure 2:** Most shops could make use of the bike as a trolley.



Photo: Matt Sansom

Similarities can be drawn between this proposed new kind of building and: a building called the 8 House in Copenhagen that has maisonette apartments accessed via a ramped aerial street; Park Hill in Sheffield that has horizontal aerial streets extending to meet the hillside where the building is sited; and the West Village Basis Yard in Chengdu, a perimeter block with scissored bike ramps connecting the access galleries back to the ground.

Bike access eventually had to be banned in the 8 House due to inadequacies in the detailed design, but Park Hill and the West Village Basis Yard remain popular with people wanting to ride from high-level apartments directly down onto the ground. The building we're imagining would be even more popular among cyclists, given it provides them the most direct path to the street.

Note how it spirals clockwise from bottom to top. That is because the example we're looking at has been designed for countries like England and Australia, where we drive on the left. The idea is to put cyclists who are on their way down, and thus going faster, on the side furthest away from the apartments' front doors.

However, finessing of that sort doesn't completely negate the need to make those ramps wider. If they're to handle people walking, people in wheelchairs, and people on bikes, the regular width of an access corridor would at least need to be doubled.

To save a doubling of the width, causing a halving of the plan's efficiency (in other words, an inordinate ratio of public circulation space to the private floor area of the apartments), it would make sense if bike-access apartment blocks had twin-level, maisonette, units. That way, access would only need to occur on alternate levels. To really boost efficiency, access could be stretched out to every third level. The architect would just need to configure the apartments in a manner pioneered by architects Peter and Alison Smithson in a building called Robin Hood Gardens. The following drawing shows how two-story apartments can sit over and under floor levels largely given over to ramp space. The only private space on the access level would be entry vestibules and single offices or bedrooms connected by private stairs to apartments, one stretching over, its neighbor stretching under, the level of entry and access.

**Figure 3:** Access galleries can be widened without reducing floor plan efficiency.

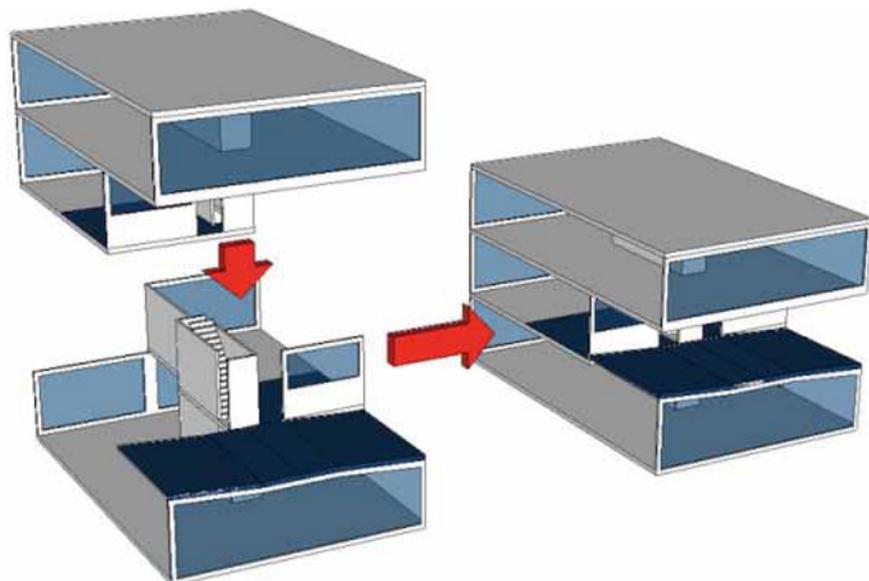


Image: Steven Fleming

*Velotopia* works through the thinking and planning of various types of ramped bike-access apartment blocks, with apartments as small as one bedroom ranging to large ones that interlock like bayonets. There are also slab blocks organized around aerial streets that switch back on themselves, the way roads switch back when they're leading up mountains.

Lest any scenario be forgotten, there are sections on all kinds of buildings, from office blocks to retail and even country retreats. Has there been uptake? As an author, you don't always know. I can say that as a consultant, I have slipped these ideas into masterplans I've worked on in Norway and China. Also, the City of Bogota had me work there to deliver a competition brief for a school and bicycle industry incubator. Initial plans are to give the poor district of Bosa a building derived from "Velotopian" thinking.

The real-world dimension to the work gives it a practical edge, missing from city-of-the-future visions with driverless cars. Ramp gradients are not randomly chosen but conform to guidelines developed for wheelchairs. Similarly, hard lessons learned in the 1960s, when there was no passive surveillance of access galleries, have put limits on what can be imagined as real.

If there is one contemporary orthodoxy that can't be acquiesced to, it is New Urbanism's moratorium on big buildings. An atrium needs at least a sixty-meter circumference for a ramp to fit in it, and double that if the ramp is to skip alternate stories. There is no way, in old cities, for buildings of that size to be squeezed onto small lots, at least not without the amalgamation of sites or some inelegant planning.

Really though, this represents a fairly insignificant point. Old city centers aren't where humanity is struggling to provide housing. Urbanization is playing out on former industrial land, or, in poor countries where urbanization is happening at the greatest pace, new buildings are being constructed on cleared forests and farmland. Either way, new buildings are big enough to be designed around ramps, instead of high-maintenance lifts. The second of our large plates shows what could await a person on a bike as they ride out of their building.

**Plate 2:** A street that is easy to cycle on, yet hard to drive on, meaning it is easy to walk there and use wheelchairs too.



Image: Steven Fleming

The first thing to note is that the street isn't flat but something more analogous to a skate park. Only this skate park is for adults and on the scale of a city.

The concept derives from a desire to prevent fast-moving, heavy machines from ever dominating the city. A car or a motorbike would be shaken to bits if it went faster than bike pace on a ground surface that goes up and down.

With fast machines out of the picture, we can imagine the perfect environment for cycling, while not forgetting the needs of pedestrians or people in wheelchairs. The inspiration comes partly from skate parks, where children stop on elevated plateaus. The elevated plateaus of *Velotopia* are where cyclists slow down before dismounting or riding into the buildings.

One meter below those plateaus are elevated mounds, positioned at all of the crossroads. The idea is to slow cyclists a little where their paths intersect.

The lowest plane of this undulating terrain is where cyclists would be moving the fastest. Test-riding has taught us that a two-meter elevation, from the lowest/fastest point of the road to the top of the mounds, is just the right height to bring a loaded cargo bike to a standstill without braking, and to get it back to full speed when it heads down.

**Figure 4:** A stop-motion photo showing ideal elevations for slowing and starting without having to pedal or brake.



Photo: Charlotte Morton

The book *Velotopia* has ideas about grade separation between cyclists, pedestrians, and the disabled, for the busiest parts of our cities—around central train stations, for instance. But in a city without transit nodes (subway stations, for example) and where cyclists aren't funneled onto the few streets remaining after driving has taken the others, movement would be diffused. Few streets would have so many cyclists that they couldn't operate as shared spaces, with pedestrians, the disabled, and bicycle riders all crossing paths without hitting.

Based on that assumption, the vision of the future city shown in plate 2 has paths on diagonals, between the plateaus, at a gradient to suit people in wheelchairs or using mobility scooters.

**Figure 5:** An undulating ground surface would thwart driving, be better for wheelchairs, and unleash the convenience of bicycle transport.



Image: Steven Fleming

The second thing to note, is that bike routes are covered. Some of the artists' impressions in *Velotopia* show giant saw-tooth roofs covering all open space: the whole of the street and all the courtyards within buildings. The idea would be to let people make beelines, oblivious to buildings held aloft on thin columns, and oblivious to rain or snow falling.

The vision shared here is more modest. Only the travel routes are protected, leaving cyclists exposed to a few seconds of rain at the beginning and the ends of their journeys. In this case we're imagining awnings that are parabolic, to capture and harvest rainwater on wet days, and, in sunny weather, to tilt to track the sun and focus all the energy on one point for collection.

Where one might expect the most vociferous critics of covered streets to be drivers, poopooing public expenditure on anything except for more parking, the real hatred for this idea has come from Dutch bicycle advocates. The same people who in one breath say cycling is transport, not recreation, insist that cyclists want the rain on their face to remind them that they are alive. What they are saying is that cyclists are different from patrons of other modes, such as car or rail travel, all of which provide weather protection. Given that country's Calvinist roots, it is tempting to guess that what these tough guy (and gal) cyclists are saying, is that they are God's chosen ones, predestined for heaven, because they ride bikes in the rain. It's an us-and-them attitude with no place in a city that is lacking any drivers to mock.

We end this series of three image plates with a view of a plateau with no buildings. It's a raised space, which means our wheel-borne population naturally slow, or come to a stop, when they get here. While they are on this stopping plateau, they are storing potential energy, by virtue of their slight elevation. When they leave and head down, that potential energy will be converted into the kinetic energy they will use to join their next group.

**Plate 3:** Their elevation would make cyclists naturally slow down before arriving at building entries and public spaces like this.



Image: Steven Fleming

Like all three of the plates, it is rendered in high enough definition that details in the background ask to be seen. Key among them is the permeability of a city, where buildings can all be passed under.

**Figure 6:** Cyclists' and pedestrians' inherent ability to cross paths means buildings could be raised and everyone could make near-perfect beelines to their destinations in a bike-centric city.

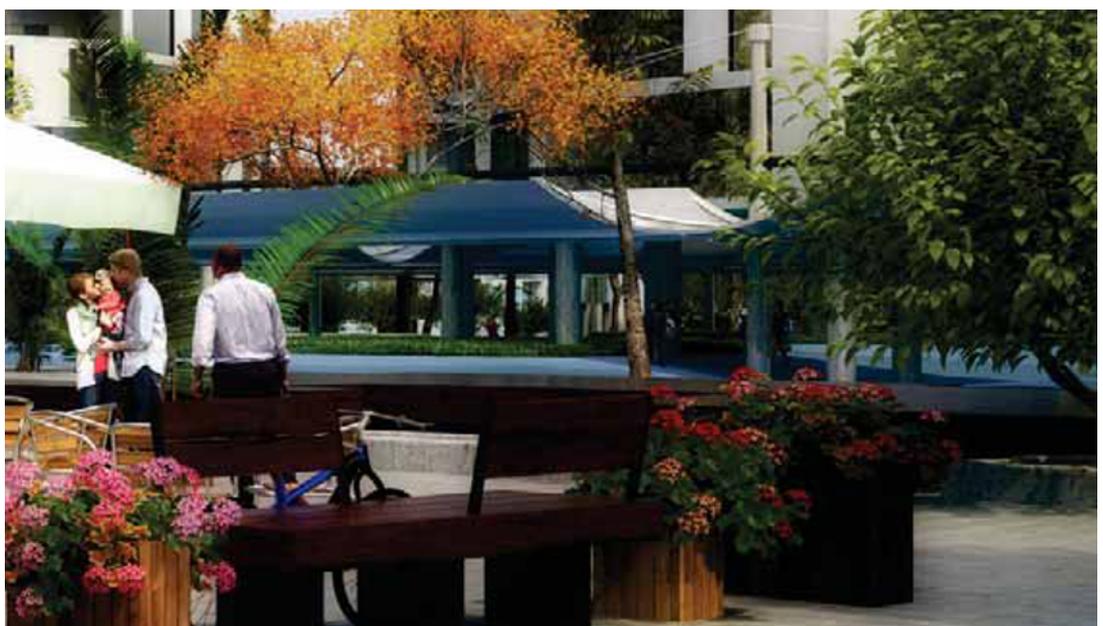


Image: Steven Fleming

Perhaps the most important chapter in *Velotopia* is the chapter estimating trip times. They come out better for a city of six million cycling than for the six million driving in the Dallas–Fort Worth metroplex—an example often held up in support of car transport. Granted, my trip time calculations are for an “ideal” bicycling city, having no hills, a high population density and nothing to make cyclists slow down. What I would say about my ideal, though, is that it is far easier to achieve in real life than the ideal of a car city. It doesn’t need a lot of things added, like billion-dollar freeways or cross-city tunnels. The main task is taking things away, namely the cars, which since they have wheels, should not cost very much to remove!

All this leads us to the first of two basic questions: Which should we build for, the bike or the driverless car? Where cities are rapidly expanding, or being built out of nothing, the opportunity exists to make cities cheaply, with no elevators or heavily engineered roads, and where the costs to individuals are equally low—bikes retail for US\$50 in poor countries, about as much as motorists spend every time they refuel their cars. Once you factor in the cost to life from having populations sitting, not exercising, when they commute, and the cost to the planet of heavy modes of transport compared to light-weight bicycling, the car city looks like a hideously expensive proposal. When it comes to new urban districts, therefore, or whole new cities constructed from scratch, the case for purpose-building for cycling begins to look strong.

The main objections to cycling—that it is slow and puts people out in the weather—are moot when we construct our cities for cycling from scratch. When we think about bike trips being all under cover, then using the bike to schlep children and loads the whole way, and not obstructing cycling with traffic lights or the detours we subject it to by routing it clear of car traffic, we begin to imagine a city that is just as comfortable, convenient, and time-saving as any we can build around driverless cars, but without the price tag or externalized costs to public health and the planet.

Next comes the more vexed question of adapting existing human settlements so they group and regroup people more quickly. If any role can be imagined for the driverless car, it might be in completing the task of making the countryside a part of that story, in other words, letting people live in the country but still have access to the opportunities that come from fast connections to millions of people.

What an absurd proposition! Houses built for tilling the land will not be drawn together—at least not in their millions—until we actually do have personal flying contraptions, or teleporters. The cost of the roads would be greater than the cost of the buildings—that is, if we’re serious about giving people in the countryside equal access to the specialized education and jobs that populations of millions can offer. For the sake of a relatively small percentage of the world’s current dwellings, connecting the countryside using driverless cars would be as wasteful of cities’ resources as it would be wasteful of car manufacturers’ R&D funding.

The fact that R&D into driverless car technology is persisting, is evidence, on its own, that the automotive industry has its eye on more than the country. It expects its products will be welcome in actual cities, on streets that need to accommodate all people’s movement between all the densely packed buildings. The cost of that R&D work is itself proof that the automotive industry isn’t angling to provide driverless car technology on a supplementary scale. It must work at an economically viable scale to the automotive industry. In other words, they are hoping existing urban areas will be retrofitted so that driverless cars become the dominant mode.

Anyone who might be concerned about the slight dangers inherent in a rise in bicycle transport, would have to view the car industry’s plan as an absolute nightmare. The polite visions they’re promoting right now, of cars stopping for kids chasing puppies out onto the street, are to establish a foothold for driverless cars in the city. Once they have that, their profit motive will

compel them to lobby, year after year, for measures that will make driverless cars more prolific. Since capitalism knows no limits to increased profits, the goal must be for driverless cars to take over. By the time car companies have recouped the R&D outlay that they're spending right now, and turned a speculative investment into real profit, they will have convinced us to fence off our streets the way we've fenced off our railways, so cars can be coupled like rail cars. The only opportunities for crossing the street, since intersections will be optimized for cars to sift through without touching, will be via over- and underpasses, paid for by the public and herding us via circuitous routes. The most practical means of just crossing the street, will be to pay for a ride in a driverless car. We'll be slaves to an industry that doesn't sell holes, it sells drill bits.

I would urge anyone being swept down this path by arguments pointing to the short-term benefits of driverless cars, to pause and engage with the *Velotopia* vision. While bicycle-centric, it is pro-walking and pro-public transport in ways the car city cannot be. Also, while it starts with a discussion of a city for six million, built out of nothing on a flat plain, it is ultimately focused on actual cities, with their existing car dependence, rail infrastructure, and hills.

The lofty idea of a perfect bike city for six million people is offered merely to balance the scales. When a highway is planned, we all know the vision we are building toward. It was pushed on the world right through the interwar period in Le Corbusier's Voisin Plan, Frank Lloyd Wright's Broadacre, and, most influentially, Norman Bel Geddes's Futurama exhibition of 1939. When we build a railway with transit-oriented settlements clustered around the new stations, we have Ebenezer Howard's garden city model to tell us what we are setting out to achieve. We similarly know, when we plan a pedestrian-centric new township, that a plethora of ideal models, ranging from those systematized by Kevin Lynch and Jane Jacobs, to actual medieval town centers, are the long-term goal of our efforts. Despite being fast, safe, cheap, healthy, sustainable, nimble, and able to carry things for us, the bicycle never had a city model defined as a goal. *Velotopia* has corrected that error and shown in the process that bicycle-centric built environment planning could lead to faster average commute times than any of the other models just mentioned.

*Velotopia's* downfall is that no powerful group is ever likely to champion it for their own profit. Selling a bike to each person will not make the bike industry as rich as the car industry became by selling each family one, two, or three cars. Getting everyone cycling won't make a few influential landowners rich the way landowners get rich when train stations are built near their holdings. In a bicycle city, all but the most peripheral land is equally accessible, in terms of average trip times. We also know from the way land prices evened out in cities in China after the arrival of dockless bike sharing systems, that anyone owning land in a central location, who might be expecting it to exponentially appreciate as the city expands, could turn against cycling when they see its levelling effect on land values. None of these traditional profiteers from mobility systems, or the lack of them, will use their power and influence to champion the *Velotopia* model.

The challenge in promoting a bicycle city, is not finding the ears of the rich and influential but of the people at large, because it is they who will reap the fast trip times and comfort. We just have to show that cycling is worth building for, to the exclusion of shiny distractions, like driverless cars.

**Open Access** This article is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence and indicate if changes were made.

The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.



# TEIL III

## Raumentwicklung

Mathias Mitteregger, Rudolf Scheuvers

Mobilität, Verkehr und Siedlungsstruktur sind untrennbar aneinander gebunden. Dass es allerdings nicht die Technologien allein sind, die Raum und Raumstruktur prägen, sondern zum Beispiel Planungs- und Mobilitätskultur eine entscheidende Rolle einnehmen, zeigt der Vergleich: Bei allen Gemeinsamkeiten hat das Auto den europäischen Kontinent doch nicht annähernd so stark geprägt wie den nordamerikanischen Raum. Verallgemeinernd verwendete Begriffe wie etwa „Suburbanisierung“ verdecken diesen Umstand. Folglich nehmen die Beiträge des Teils „Raumentwicklung“ immer beides in den Blick: Technologie und Planung. Sie zeigen auf unterschiedlichen Ebenen, wie Ansätze gezielter Raumentwicklung aussehen könnten und welche Einflussgrößen zu berücksichtigen sind.

Ian Banerjee und Tomoyuki Furutani zeigen in ihrem Beitrag *Strategic Spatial Planning, „Smart Shrinking“ and the Deployment of CAVs in Rural Japan* die Einbettung von automatisierten und vernetzten Fahrsystemen in die wahrscheinlich größte Transformationsstrategie in diesem Kontext weltweit. Mit der „National Spatial Strategy“ stellt sich Japan den zentralen Problemen des Inselstaates: der radikalen Entvölkerung ganzer Landesteile, der Überalterung der Gesellschaft und den damit verbundenen gesellschaftlichen und ökonomischen Folgen. Automatisierte Mobilitätsservices spielen auf unterschiedlichen Ebenen eine wesentliche Rolle und werden gemeinsam mit der Verkehrsinfrastruktur gedacht. Die Autoren zeigen die Nähe der auf drei hierarchischen Ebenen organisierten Transformationsstrategie zum „Modell der zentralen Orte“ von Walter Christaller: Der Mobilitätshub wird zum neuen Nukleus der Siedlungsentwicklung, ob als „small station“, als „integrated regional hub“ oder schließlich in „collaborative core urban areas“. In ländlichen Räumen verdichtet sich in diesen Hubs das gesamte Angebot eines zentralen Ortes. Tausende von ihnen sollen in den nächsten Jahren im ganzen Land entstehen. Automatisierte Fahrzeuge verkehren auf den Achsen, um die Einzugsbereiche um die Knoten zu versorgen.

In *Ansätze integrierter strategischer Planung für automatisierte Mobilität im Kontext der Mobilitätswende – Fallstudie im suburbanen und ländlichen Raum Wien/Niederösterreich* stellen Mathias Mitteregger, Daniela Allmeier, Lucia Paulhart und Stefan Bindreiter Ansätze strategischer Planung vor, die im Zuge eines transdisziplinären Prozesses entstanden sind. VertreterInnen aus vier Beispielgemeinden bzw. -regionen haben hierzu gemeinsam mit PlanerInnen und ExpertInnen der automatisierten Mobilität gearbeitet. In allen Beispielen wird das Ziel verfolgt, mit Automatisierung und Vernetzung des Verkehrs in suburbanen und ländlichen Räumen attraktive Mobilitätsdienstleistungen zu ermöglichen. Entstanden sind mehrstufige strategische Planungsansätze, die deutlich die Möglichkeiten, aber auch die Einschränkungen dieser Technologie aufzeigen. Automatisiertes und vernetztes Fahren wurde in allen Beispielen „Hand in Hand“ mit der Entwicklung aktiver Mobilität vorangetrieben. Auf Basis der transdisziplinären Arbeit plädieren die AutorInnen für eine problemorientierte und zielgruppenspezifische Herangehensweise, die in allen betrachteten verkehrlich-räumlichen Konstellationen dazu führt, dass der Einsatz von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen in spezifischen Mobilitätsbedürfnissen seinen Ausgang nimmt.

In ihrem Beitrag *Chancen vergangener Fehler: Flächenpotentiale am Weg zu einem automatisierten Mobilitätssystem* betrachten Mathias Mitteregger und Aggelos Soteropoulos einen weiteren räumlichen Aspekt der Transformation des Mobilitätssystems. Die Autoren argumen-

tieren, dass mit der vielfach diskutierten Reduktion des Parkplatzbedarfs durch automatisierte Mobilitätsservices bislang nur eine Teilmenge der wahrscheinlichen Konversionsflächen berücksichtigt wurde. Eine Abkehr von Mobilität im Besitz zugunsten von spontan genutzten Mobilitätsservices würde einen systemischen Wandel auslösen, der den gesamten Produktlebenszyklus des Pkw und allen damit verbunden Funktionen betrifft – vom Autohaus bis zur Waschstraße. Auch hier ist die Metropolregion Wien/Niederösterreich der Betrachtungsraum, in dem die Autoren alle in Frage kommenden Potentialflächen mittels einer GIS-basierten Analyse erhoben haben. Sie zeigen auf, dass erhebliche Chancen im Bereich der Innenentwicklung entstehen, die allerdings grundlegend neue Planungsverfahren erfordern.



# 13 Strategic spatial planning, “smart shrinking,” and the deployment of CAVs in rural Japan

Ian Banerjee, Tomoyuki Furutani

<b>1.</b>	<b>Introduction</b>	<b>240</b>
<b>2.</b>	<b>Japan’s demographic challenge</b>	<b>243</b>
2.1	Population implosion	243
2.2	“Disappearing municipalities”	245
<b>3.</b>	<b>Evolution of national spatial planning</b>	<b>247</b>
3.1	Achieving balanced growth: Comprehensive National Development Plans (1962–1998)	247
3.2	First responses to depopulation: Grand Design for the 21st Century (1998–2008)	247
3.3	A turning point: First National Spatial Strategy (2008)	248
3.4	The search for a grand narrative of change	249
<b>4.</b>	<b>Governance</b>	<b>256</b>
4.1	Structure of territorial government	256
4.2	Two shifts in the approach to governance	257
<b>5.</b>	<b>CAVs in Japan</b>	<b>258</b>
5.1	The SIP: An institutional catalyst for cross-sectoral research	259
5.2	NSS and CAVs	259
5.3	CAVs in rural Japan	260
<b>6.</b>	<b>Conclusion</b>	<b>264</b>
	<b>Literature</b>	<b>267</b>

---

Ian Banerjee  
TU Wien, Research Unit of Sociology (ISRA)  
ian.banerjee71@gmail.com

Tomoyuki Furutani  
Keio University, Faculty of Policy Management  
maunz@sfc.keio.ac.jp

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_13)

# 1. INTRODUCTION

The experiments taking place around connected and automated vehicles (CAVs) in global innovation networks today are largely technological in nature. This research takes a relational view of CAVs by investigating how they can be conceptualized within the larger context of strategic spatial planning. To do so, it takes Japan as a case study and explores how the current government is applying the tools of its new National Spatial Strategy (NSS) to strategically steer the development of its main economic and social sectors, including transport and the deployment of CAVs. All sectors of national innovation programs, including those for CAVs, are guided by the ideas and principles of the grand narrative of change envisioned by the new NSS (see fig. 1).

In the first publication of AVENUE21, Tokyo was presented, along with San Francisco, London, Gothenburg, and Singapore, as one of the pioneering regions for CAVs (see Mitteregger et al. 2020: 85–90). This research returns to Japan to take an in-depth view of the dynamic relations co-evolving between the country's new instruments of the NSS and the societal context of deploying CAVs. The main aim of this analysis is to find out if and how the device of a national spatial strategy can be helpful to conceptualize the potential deployment of CAVs. This research offers less a critique than an analysis of the rationale behind the newly adopted approach toward spatial planning in Japan, and the “new thinking” the government is struggling to embrace in order to cope with the country's daunting socioeconomic crisis. It spans an arc from the macro level of national spatial planning to the micro level of CAV tests conducted in rural Japan.

Before looking at an exemplary set of experiments conducted with automated mobility in rural Japan, we take an expansive view of the thematic issues and policy positions in the country. We argue that in order to understand the logic underlying the conceptualization of the potential deployment of CAVs in Japan, it is essential to understand the country's overall demographic, spatial, and economic predicament, and how the government wants to address the country's challenges with new ways of thinking about its future, new planning concepts, and new ideographic narratives.

Strategic spatial planning has often been criticized for being inherently neoliberal and autocratic, promoting gentrification and large-scale, profit-oriented urban development projects. However, planning theorists have also pointed to its potential to be inclusive, emancipatory, and innovative in socio-territorial terms (Swyngedouw et al. 2002, Moulaert et al. 2003, Bornstein 2007). This research seeks to explore its emancipatory potential, albeit in the very specific societal and cultural context of Japan. Despite the fact that the concept of strategic spatial planning has existed for many decades and has been proficiently practiced in countries of both the Global North and the Global South, it is difficult to find a shared definition. For this research, we adopt the view of Oosterlinck et al. (2011) who define strategic spatial planning as “[...] a method for collectively re-imagining the possible futures of particular places and translating these into concrete priorities and action programmes” (Oosterlinck et al. 2011: 1; see also Albrechts 2004, 2006; Healey 2004). We look at strategic spatial planning not as conventional master planning pursued through passive control and zoning (Albrechts 2006) but as a “[...] transformative and integrative, (preferably) public sector-led socio-spatial process through which visions, coherent actions and means for implementation and co-production are developed, which shape and frame both what place is and what it might become” (Oosterlinck et al. 2011: 3, adapted from Albrechts 2006; see also Healey 1997, 2007). We also pursue an “institutionalist” understanding of planning, which is based more on a social-science-oriented planning theory than one that is planner-client oriented. This approach draws more attention to planning practices and the complex institutional dynamics connected to a place, changes in social relations, and the ways of collective decision making (for more, see van den Broeck 2011: 54). We assert that the conceptualization of the deployment of CAVs is shaped

by the dynamic interlinkages between global, national, and particularly local factors. Its analysis on the local level is a challenging exercise in disentangling its cultural and institutional threads, and not to forget the threads of power and vested interests (see Stickler in this volume).

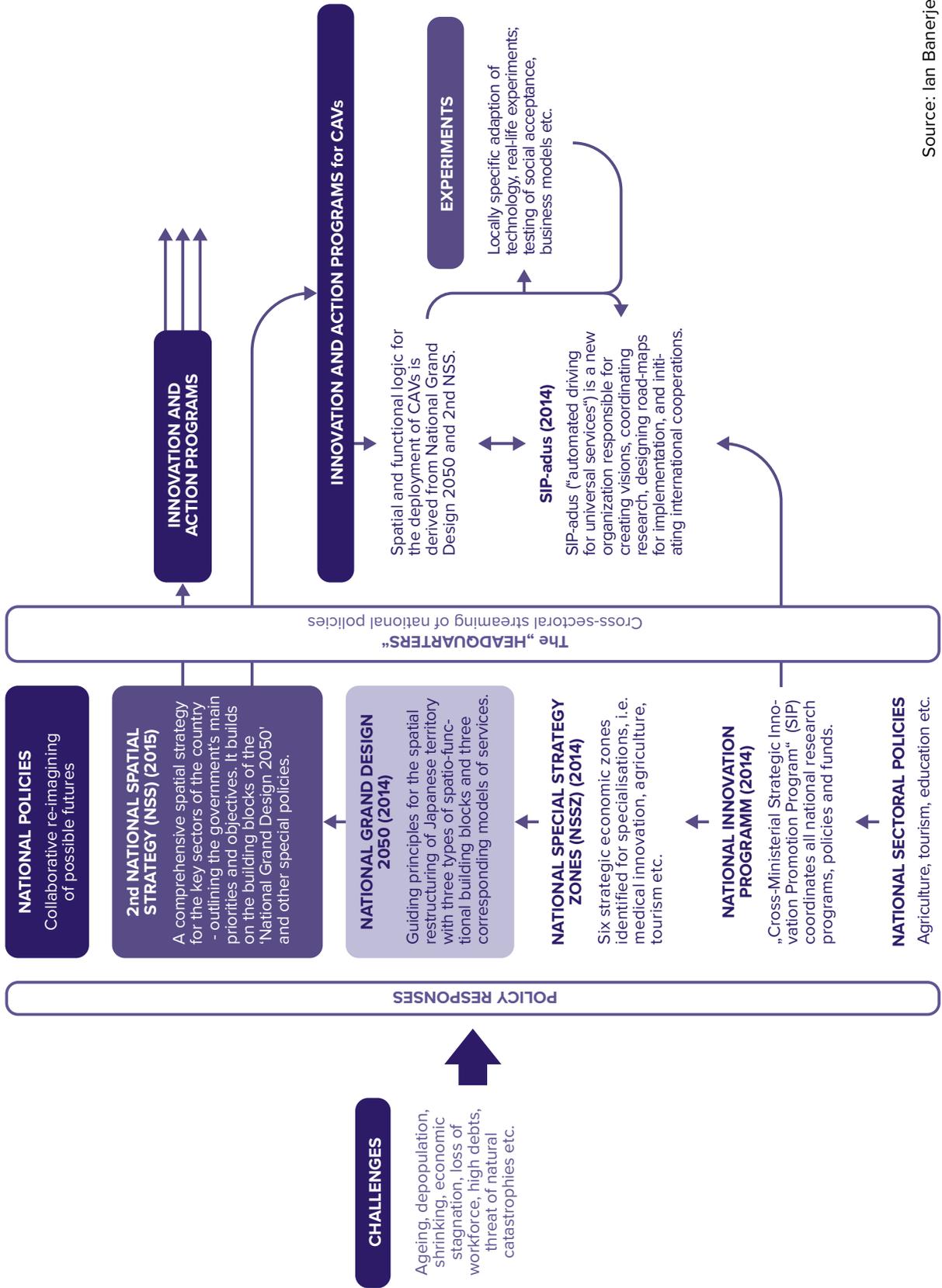
The reason for choosing Japan for this exploration is due to the opportunity it offers to study a nation's ongoing response to the severe demographic crisis it is facing today, with both the instruments of a comprehensive national spatial strategy and the resolve to deploy CAVs. The way the conceptualizations of new forms of mobility, including those of CAVs, are embedded in the larger framework of the country's new NSS, makes Japan stand out among the pioneering regions for CAVs.

The demographic crisis that Japan, the third-largest economy in the world, is facing today, is expected to reduce the country's current population by 30% by 2060. Given the current trend and pace of depopulation in most parts of the country, the provision of utilities such as water, gas, public transport, etc., may become impossible to maintain in the coming decades. Ageing and radical depopulation of most of the countries' prefectures are already creating a substantial decrease in agglomeration potential and the loss of workforce. The crisis is unprecedented in history in terms of its magnitude and complexity. This seeming impasse has fueled the Japanese authorities' fear of economic downfall and partial collapse of the country's regional infrastructure. As in many other countries, response to depopulation has been slow; however, the current government has finally placed the topic as key item on its national policy agenda. Japan's main political objective today is to secure its national prosperity by revitalizing its economy, and to create sustainable settlement patterns that react to depopulation in creative ways. The political resolve to respond to the challenge manifested itself in the watershed year of 2014, when a number of ambitious economic and spatial restructuring strategies were simultaneously presented by various governmental institutions. This new thrust forward by the Japanese government has sparked considerable global interest in its policies. Japan is believed to be at the forefront of innovations addressing the challenges of ageing and shrinking in concerted ways—with mobility strategies and CAVs playing key roles therein (Roland Berger 2018, OECD 2016a).

This paper examines the government's response to the country's challenges along three analytical dimensions: spatial planning, governance, and mobility. It puts them in relation to each other after taking an historic view of the country's evolving approach toward planning, particularly taking into account the country's 60-year-long experience with the instruments of national spatial planning. The first section of this paper outlines the demographic challenge faced by Japan and the process of depopulation on the regional level. The second section reviews the evolution of national spatial strategies with a focus on the new grand narrative of a radically "compacted and networked" country inscribed in its two most comprehensive strategic responses: the National Grand Design 2050 (2014) and the 2nd National Spatial Strategy (2015). The third section examines the changing notion of governance by looking at how a consensus has been found among policy makers to transform Japan's traditionally centralized form of government into a multilevel form of governance by encouraging nationwide processes of participation from the bottom up. Finally, the fourth section looks at the new institutional setup created for the development of CAVs with a focus on their deployment especially in rural areas. It looks at how locally specific tests are conducted in rural and mountainous regions of the country, and at how a variety of factors are influencing the experiments with CAVs in these areas.

The research for this paper is based on a literature review and field experiences. We have drawn particularly on the comprehensive review of the new policies in Japan made by the OECD (2016a), the resources of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT 2014, 2015, 2017, 2019), and the learnings from experiments conducted with CAVs at the Keio University in Tokyo. The presentations and discussions at the international conference SIP-adus Workshop in Tokyo in November 2019 (SIP-adus 2019a) have also helped to sharpen the

**Figure 1.** Flowchart showing how the current national crisis has pressured the government into responding with new visions and policies, and how these are successively being translated into concrete innovation and action programs (e.g., for CAVs)



Source: Ian Banerjee

authors' picture of Japan's approach to connected and automated vehicles in comparison with other proactive countries in the field.

On the discursive level, this paper wants to contribute to the exchange of ideas between Japan and Europe. The necessity of learning from each other is timely for two pertinent reasons: both regions are facing the challenge of ageing (Reuters Graphics 2020) and the difficulty of serving their elderly population in rural areas; and both regions are interested in revitalizing their rural areas by making them more attractive places to live and work by, for example, deploying new mobility services such as those with CAVs.

## 2. JAPAN'S DEMOGRAPHIC CHALLENGE

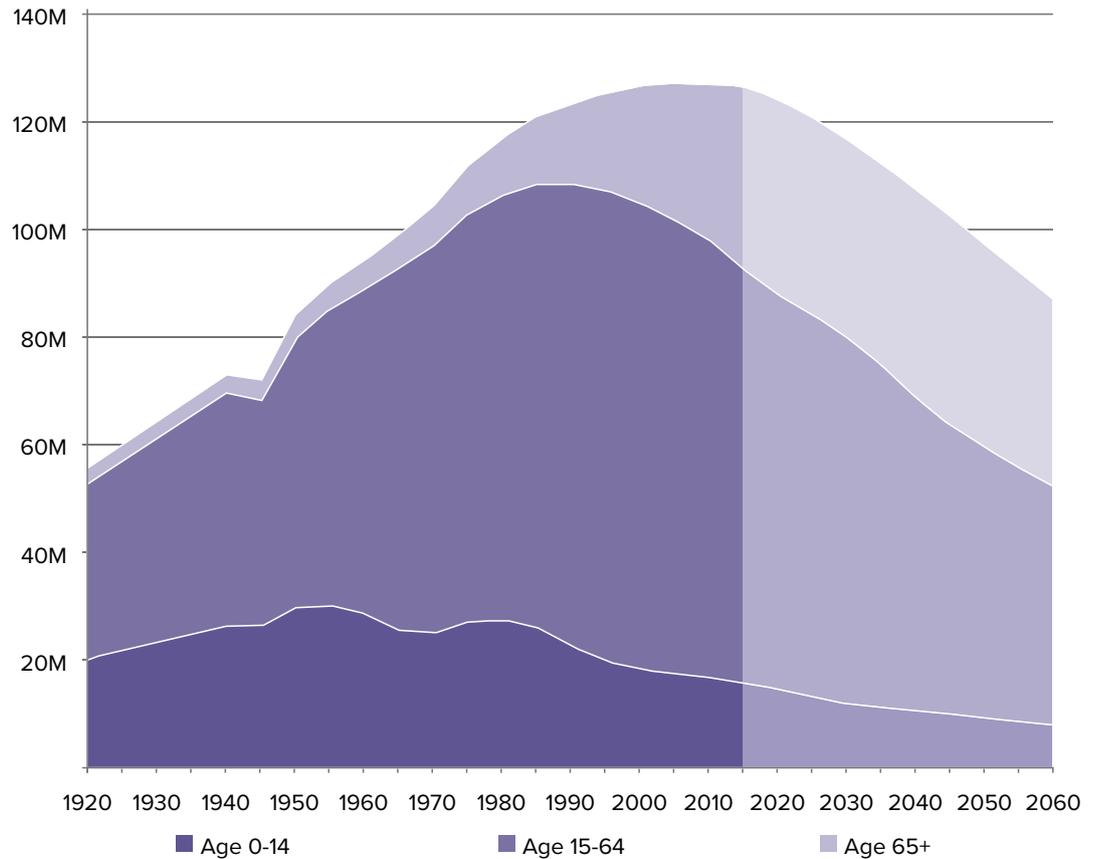
### 2.1 POPULATION IMPLOSION

After the devastations of World War II, Japan surprised the world by swiftly rising to become the second-largest economy in the world, only to be recently overtaken by China. Here are some indicators of its success (for more, see Diamond 2019: 294–298): Today, Japan accounts for 8% of global economic output; in the last decades, it has continuously managed to be among the top ten in the Global Competitiveness Index of the World Economic Forum; it is the world's leading creditor nation with the second-highest foreign exchange reserves (even though its high domestic debt draws more global attention); it has the world's best roads and one of the densest infrastructure systems; it has the second-highest number of patents per million inhabitants; it makes the world's third-largest absolute investment in R&D (after China and the USA); it is one of the cleanest and safest countries in the world, and the third-most equal country in terms of wealth distribution (after Denmark and Sweden).

After five decades of its spectacular display of techno-economic success, Japan now faces a composite crisis of a magnitude it has not seen since the beginning of the Meiji Restoration in 1868 (for more, see Diamond 2019). The eleventh-most populous country in the world (as per 2019) has today the highest proportion of elderly citizens of any country in the world, followed by Italy and Germany (Population Reference Bureau 2019). Ageing, the highest life expectancy in the world (80 years for men, 86 for women), the dramatic fall in fertility rates, and the subsequent shrinking of its regions have trapped the country in a series of chain reactions that are threatening to disrupt its economy, social contract, and geopolitical influence. Japan's population grew from 33 million in 1868 to 128 million in 2008 (fig. 2). After 60 years of growth, it is expected to shrink to 107 million (16%) by 2040, to 97 million (24%) by 2050, and to 86 million in 2060 (IPSS 2014, Funabashi 2018). After peaking around 2010, Japan's population is expected to fall back to around 50 million by the end of the century (Funabashi 2018); 40% of that population would be over 65. The increase in the "oldest-old," namely those aged 75 and above, will more than double from 11% in 2010 to 27% in 2060 (IPSS 2014, 2017). The demographic transition taking place in the country is unprecedented in human history (OECD 2016).

After at least two decades of neglect, the so-called "Masuda Report" appeared in 2014 to "galvanize a large part of the political elite" (OECD 2016: 194), particularly those living in the regions suffering population decline. The Masuda Report, with the original title of "Stop Declining Birth Rates: The Local Revitalisation Strategy," was named after the chairman of the Japan Policy Council (JPC) Hiroya Masuda, the former head of the Ministry of Internal Affairs and Communications (MIC). It triggered an impassioned nationwide debate and a call for radical action on government-

**Figure 2:** Population trend by age group in Japan (1920–2060)



Source: IPSS (2014, 2017)

tal and institutional levels. The report sent out the warning that 826 local governments, which is roughly half of the total, risked “extinction” by 2040 (OECD 2016: 195). The Masuda Report succeeded in transmitting its key messages with the help of succinct narratives. Its title “Stop Declining Birth Rates” pointed to the problem while at the same time making a plea for change. The second part of the title, “The Local Revitalisation Strategy,” offered a solution to the problem and a recommendation for action, which, in principal, was about making “regional cities attractive to young people” by building “new structures of agglomeration” (OECD 2016: 195). It advocated the creation of “core regional cities” with 40,000 inhabitants connected to others with new information and transport technologies. These cities were to be attractive enough to function as “dams” against the outflow of young people into larger cities. The idea closely resembles the building blocks of the new National Grand Design 2050 that would follow that same year (see 3.4.2).

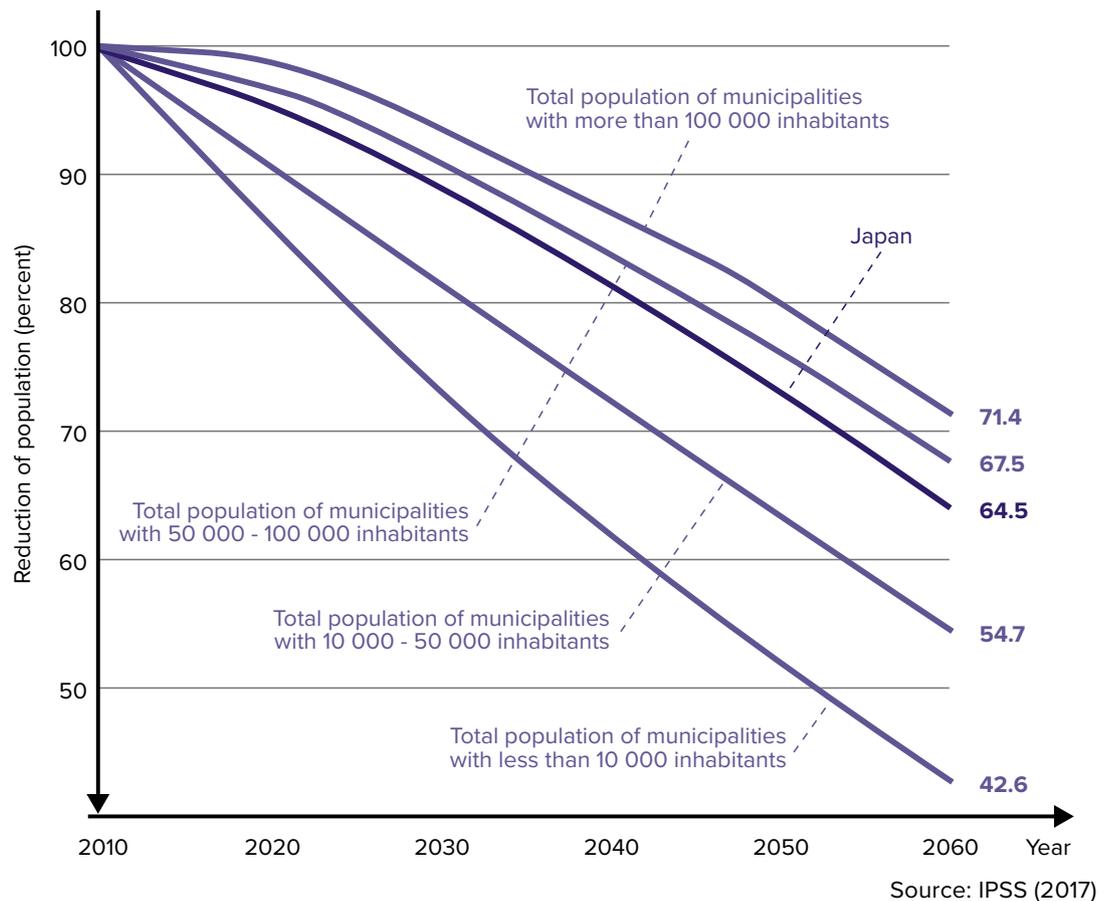
Four years after the Masuda Report, a scientific publication followed up on the same topic, carrying the title: “Japan’s Population Implosion: The 50 Million Shock” (Funibashi et al. 2018). The editor, Yoichi Funabashi, backed by over a dozen authors, identified the policy failures of the last three decades and the lost opportunities to avert the impasse, making a passionate appeal for radical structural measures. It is one of the most comprehensive accounts of the demographic and social dilemma currently threatening Japan. The authors painted a dystopian picture of a coming catastrophe, showing how it had already begun in many regions. They pointed out that even though the population decline is tied to a multitude of other problems in Japan, it is not merely one problem among many but the key to understanding the principal structural deficiency afflicting the country (Webb 2018).

While there are many reasons for population decline (see Diamond 2019), some, like Funibashi et al. (2018), link the central cause of the chronically low fertility rate in Japan to the lack of work-life balance and the intense stress factors citizens are exposed to in their everyday lives, leading to “[...] a sense of fatigue [...] in Japanese workers, especially young workers with long commutes, extensive overtime, and ambiguous personnel evaluation systems” (Funibashi et al. 2018: 104). They argue that Japan’s birth rate will not recover without a fundamental reform of the social structures that are threatening interpersonal relationships and deterring citizens from marriage and childbirth (Funibashi et al. 2018: 103).

## 2.2 “DISAPPEARING MUNICIPALITIES”

Socio-spatial data shows that the population decline in Japan has been relatively slow and spatially uneven in the last decades. Between 1985 and 2010 it was less than 10% in five prefectures with the highest rate of decline. Some prefectures even saw an increase in their population during this period. It was only after 2008, when the population started to plummet as a whole, that it became prevalent for almost all of Japan. The term “disappearing municipalities” is commonly used in the discourse to concisely depict the fate of a large number of municipalities affected by depopulation and ageing. Most prefectures in Japan will only have 50 to 70% of their 2010 population count by 2060 (Funibashi 2018: 52). According to Japan’s Regional Population Projections (IPSS 2014), the rate of decline in 42 prefectures (out of 47) will be more than 10% between 2020 and 2040.

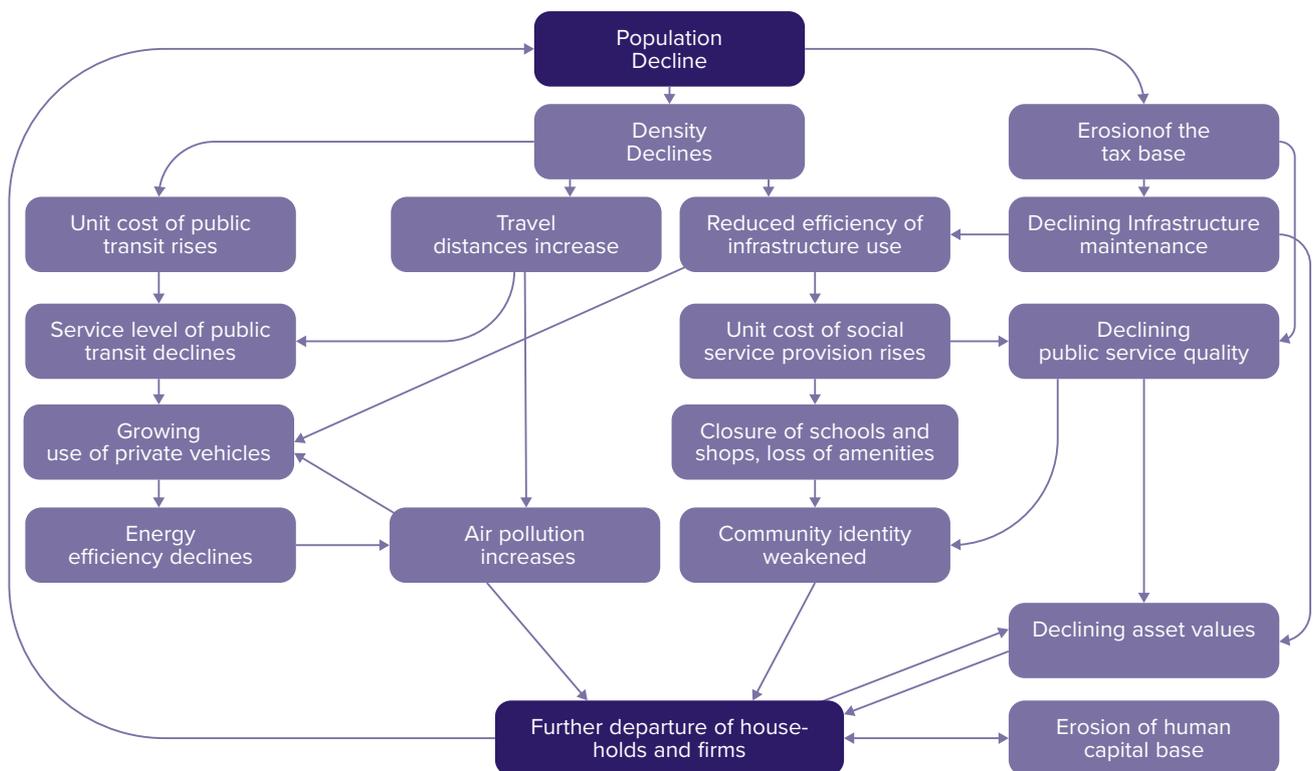
**Figure 3:** Population projections for municipalities from 2010 to 2060. Figures after 2040 were extrapolated by the IPSS authors from the same hypothetical figure



The reason for the drop in regional population, in addition to the general drop in fertility rates, is largely due to rural-to-urban migration. After World War II, a large number of young people started to migrate to three large metropolitan regions: (1) Tokyo, Chiba, Saitama, and Kanagawa; (2) Aichi, Gifu, and Mie; and (3) Osaka, Kyoto, Hyogo, and Nara. Today, roughly half of Japan's population lives in these three regions. With their rapid industrial growth and global economic success, these three regions started to attract large numbers of young people from rural areas—a trend that continued until around 2005. During the high growth era of the booming 1960s when Japan grew into a global economic powerhouse, more than 600,000 graduate students would flock to these three regions every year (Funabashi 2018: 54). Today, in 2020, the number is around 100,000 per year. The aged population ratio will start to affect these mega metropolitan areas slightly later than rest of Japan, that is, from around 2030 (Kaneko/Kiuchi 2018: 11). This will be the time when Japan will have “a real sense of population decline” (Funabashi 2018: 52). By 2060, the population is expected to be less than or equal to half of the current level in about half of the municipalities nationwide. 70% of all municipalities are likely to see a reduction of around 20%. Forecasts show that the smaller the size of the municipality, the faster the speed of decline will be (fig. 3). Towns and villages with 10,000 or fewer inhabitants are expected to have approximately 40% of the current figures by 2060 (Funabashi 2018: 54).

Urban population decline is known to create a dangerous chain of events that usually triggers a sustained downward spiral (OECD 2016: 233). It can lead to migration, erosion of human capital, the downsizing of services, reduction of opportunities available locally, reduction of real estate values, etc. The pressure on financing public services will mount as local tax revenues decline and the per person cost of providing services rises. This will then lead to the closure of schools, hospitals, and public facilities (see fig. 4).

**Figure 4:** The possible consequences of population decline



Source: OECD (2016)

## **3. EVOLUTION OF NATIONAL SPATIAL PLANNING**

### **3.1 ACHIEVING BALANCED GROWTH: COMPREHENSIVE NATIONAL DEVELOPMENT PLANS (1962–1998)**

Over the past 60 years, Japan has experienced profound changes in its socioeconomic condition including rapid acceleration of industrialization and a fast increase in its population. During this period, while the country soared to become the second-largest economy in the world, the Japanese government practiced national-level spatial planning with the aim of alleviating spatial disparities and steering the country's economy in a balanced way. The first Comprehensive National Development Plan (CNDP) was published in 1962, with three subsequent CNDPs following in 1969, 1977, and 1987. The strategic plans generated idealized visions of the Japanese territory, addressing issues like land use, industrial locations, social infrastructure, culture, tourism, natural resources, human resources, etc. For 50 years, the CNDPs remained the main steering instrument for Japanese national and regional land policies (Ono 2008), leading the country into an era of unprecedented wealth.

### **3.2 FIRST RESPONSES TO DEPOPULATION: GRAND DESIGN FOR THE 21ST CENTURY (1998–2008)**

50 years of high growth rates and relative regional stability of the population and settlement structures in Japan ended in the 1990s. After the collapse of the dot-com bubble in 1993, the Japanese economy started to slide into stagnation, and by the end of the century, the specter of depopulation had started to emerge in the public discourse. At this turning point, the concept of CNDP was sidelined and a new framework for the country's spatial strategy was presented in 1998: the Grand Design for the 21st Century. The Grand Design was not only a spatial strategy but also addressed a broader range of issues such as the consequences of globalization, the revolution in information technologies, and very importantly, the country's demographic situation (OECD 2016: 86). Also, it advocated a multiaxial development plan as a long-term vision, marking for the first time a departure from the excessive dependence on the economic engine of the Tokyo megaregion (Ono 2008). Also for the first time, it began to promote wider citizen participation (Ono 2008).

#### **3.2.1 Compact City and Transport-Oriented Design (TOD)**

The 1998 “Act on Vitalization in City Centers” was the first attempt to strategically incentivize the concentration of urban functions and invigorate commercial activities in city centers while striving to minimize the role of the central government.

The first tangible and design-oriented spatial policy that responded to depopulation started with the increasingly popular metaphor and concept of the “compact city.” While national and local governments started debating various ways to enact new laws to reinvigorate shrinking city centers, Aomori City (population: 287,000) and Toyama City (population: 415,000) were the first cities to respond proactively to the situation (Kikodori et al. 2008: 16). Based on the idea of the compact city, they drew up master plans in 1998 that would incentivize the concentration of urban functions in city centers in order to save the costs of maintaining public facilities,

conserve energy, and prevent further urban sprawl (OECD 2012, Kaneko/Kiuchi 2018). These attempts demonstrate the early adoption of Transport-Oriented Design (TOD) in Japan, which focuses on creating public transport and new urban centers along the transportation axes of railways and buses, and encourages the building of housing and medical services near stations and bus stops. Toyama City, in particular, promoted “active mobility” by encouraging urban development that facilitates access to functions within walking distance.

In 2005, the Sectional Committee on Urban Planning and Historic Landscape of the Panel on Infrastructure Development wrote an initial report on the need for “urban restructuring” by replacing existing urban structures with “concentrated” urban structures. They proposed the concentration of commercial, administrative, medical, cultural, and other functions to ensure accessibility without reliance on cars (Kaneko/Kiuchi 2018). Three revised acts strengthened the involvement of local governments to set and evaluate measurable targets.

### **3.3 A TURNING POINT: FIRST NATIONAL SPATIAL STRATEGY (2008)**

Despite the initial efforts to concentrate urban functions, the outcomes of the new measures remained limited and urban sprawl continued. After the first Grand Design, which had sketched out a broader view of the country’s future, in 2005 the 1962 legislation of CNDPs was fundamentally revised and renamed the National Spatial Planning Act. The new act constituted an important shift: from a growth-driven planning regime to one concerned with demographic decline and the sustainable use of national territory (OECD 2016). Most significantly, the new strategy also started to look at how to promote more autonomy for local governments. In 2006, eight local regions were defined and asked to prepare their own regional spatial plans (RSPs; ONO 2008), which were to be subsequently integrated into the National Spatial Strategy (NSS). The 1st National Spatial Strategy (1st NSS) was finally adopted in 2008. With the depopulation debate in full swing and the economic stagnation turning into a serious problem, this marked a major turning point for Japan.

#### **3.3.1 Low-Carbon City (2012)**

In November 2012, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) presented directions for a new policy with basic guidelines toward sustainable development by promoting “regional intensification” by encouraging the construction of green buildings and the use of low-carbon and recyclable systems. This led to the enactment of the Act on Promotion of Low-Carbon Cities in December 2012 (Kaneko/Kiuchi 2018). Thus, two policy narratives, the “compact city” and the “low-carbon city,” began to shape the urban discourse in the country. The new plan allowed local governments to create their own ways to promote the low-carbon city in so-called “Urbanization Promotion Areas.” Reduction in income tax, relaxation of certain regulations, and financial support through subsidies were offered as incentives. By October 2014, sixteen cities had been designated to be low carbon.

The two cities in Japan that are often mentioned as a reference in this context are Maebashi City and Kochi City. Maebashi City produces around 40% more annual CO<sub>2</sub> emissions per person in the transportation sector than Kochi City. The reasons for this difference lie in the different forms of the cities and their different degrees of spatial compactness (Kaneko/Kiuchi 2018: 22). This comparison is often brought forward as an argument for promoting a combination of the low-carbon city and the compact city concepts.

## 3.4 THE SEARCH FOR A GRAND NARRATIVE OF CHANGE

### 3.4.1 Scenarios of hope: Reframing the problem

The reluctance to accept the grim prospects of shrinkage as something permanent, as observed in other parts of the world, may be due to electoral reasons or simply because of a natural human unwillingness to believe oneself to be part of a declining community (Schlappa/Neill 2013). A large number of medium-sized cities in OECD countries are facing similar challenges, yet there is a remarkable lack of good practices to be found in the field. The dominant narrative of growth has created an all-pervasive paradigm and institutional mindset that drives the vested interests of the infrastructure industry of most countries through the “iron triangle” linking bureaucracy, politics, and business (Adams 1981). This may also be a contributing factor to why governments are slow to respond to the situation.

As the image of the forbidding reality of depopulation started to trickle down into the consciousness of Japanese society, policy makers found themselves compelled to create scenarios that conveyed some elements of hope to bring back confidence into a society growing progressively pessimistic. The year 2014 marked a watershed moment for the generation of such scenarios of hope. That year, while the scathing Masuda Report was circulating, the government proposed a number of ambitious spatial and functional restructuring strategies. It is interesting to see how these strategies could reframe the bleak forecasts of recent years with narratives of opportunities and potentials. For example, “disappearing municipalities” and “shrinking cities” became “smart shrinking” or “rightsizing cities.” Population decline, undoubtedly a daunting challenge, was framed in a way that it could offer new opportunities. This narrative shift was an important step toward sparking community action and institutional change within a wide range of social networks.

### 3.4.2 A culmination point: National Grand Design 2050 (2014)

Two decades of debates on depopulation and economic stagnation culminated in a framework for a coherent and long-term spatial development strategy that, finally, squarely addressed Japan’s sociodemographic crisis: the “National Grand Design 2050: Creation of a country generating diverse synergies among regions,” was unveiled by the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) in 2014 (OECD 2016, Funabashi 2018). The new Grand Design identified the main trends and challenges as the ageing population, depopulation, ageing infrastructure, increasing competition between cities, natural disasters, technological change, and threats to food, water, and energy supply (MLIT 2014). It formulated its key strategies based on a new population count founded on a national grid, of which more than 60% was assumed would lose half its population. 20% of these grid squares were forecasted to become uninhabited by 2050 (MLIT 2015). Based on the identified trends and challenges, the Grand Design 2050 created the principles for a long-term spatial strategy up to 2050. These were subsequently integrated into all other government plans, including the most important—the 2nd National Spatial Strategy—to be adopted the following year.

### 3.4.3 Smart Shrinking: The principles of the National Grand Design 2050

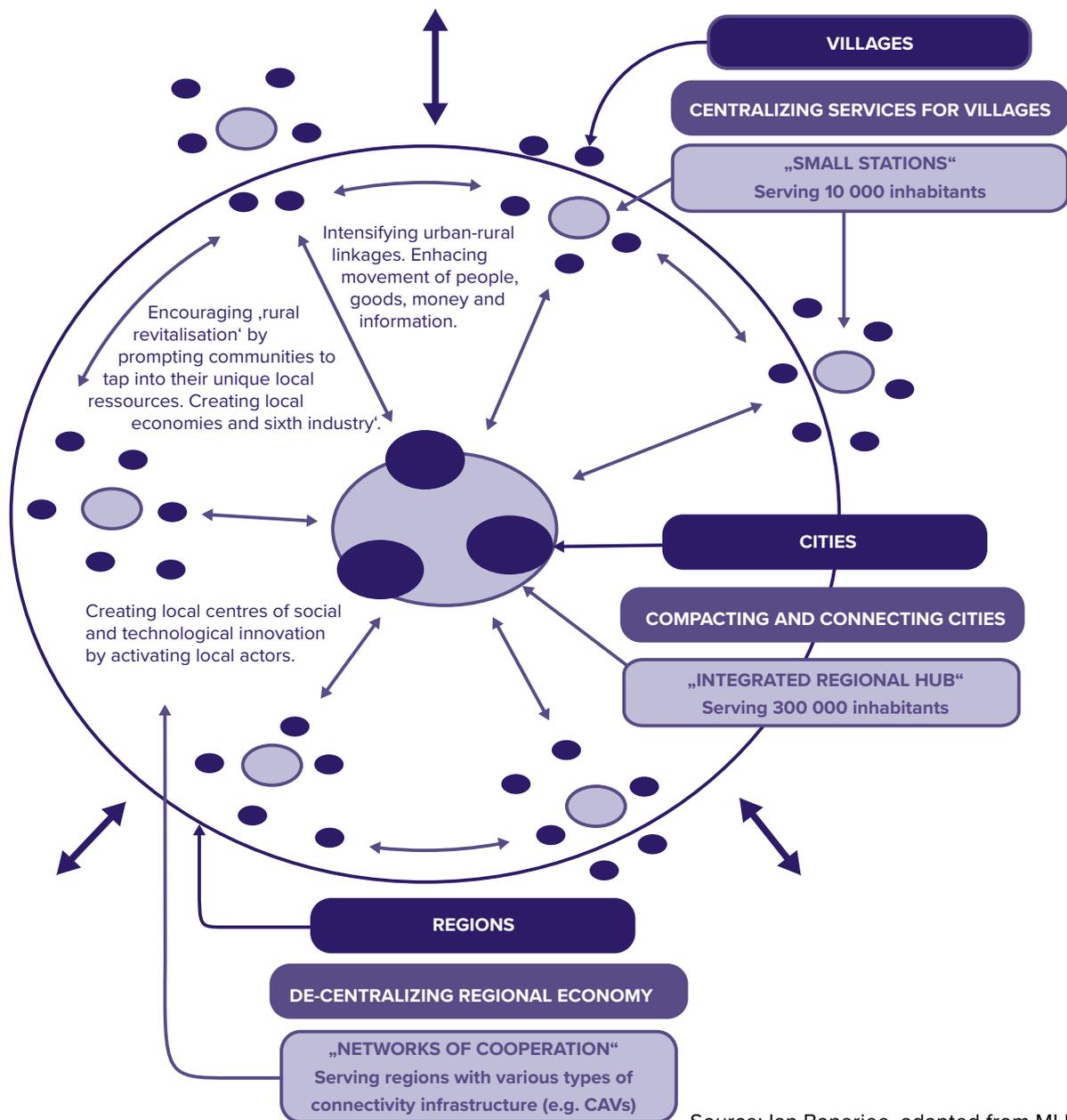
The two main ideographic narratives of the strategy are “compact” and “networks.” The new Grand Design suggests the “rightsizing” of cities and the creation of new types of functionally connected regions. It proposes a spatial restructuring of the entire Japanese territory with three types of spatio-functional building blocks and three corresponding models of services (Amano/Uchimura 2018, OECD 2016). These are: (1) villages with “small stations,” (2) mid-sized

cities with “integrated regional hubs,” and (3) a “super megaregion” around Tokyo with “collaborative core urban areas.” Before elaborating on the spatial building blocks, we shall have a look at the key components and principles underlying the strategy.

**Compacted and networked**

The two principle ideas underlying the strategy are: (a) to make the country spatially more “compact” in order to make public service delivery efficient and supportable; and (b) to strategically interlink the compacted areas into larger functional “networks” with the hope of creating more innovation by intensifying processes of exchange between neighboring regions. It is assumed that this will help to maintain or regain the agglomeration effects lost by depopulation, and to nurture the engines of growth by radically improving the connectivity infrastructure between the regions.

**Figure 5:** “Smart Shrinking”: diagram of the key ideas and principles of the National Grand Design 2050 and the 2nd NSS

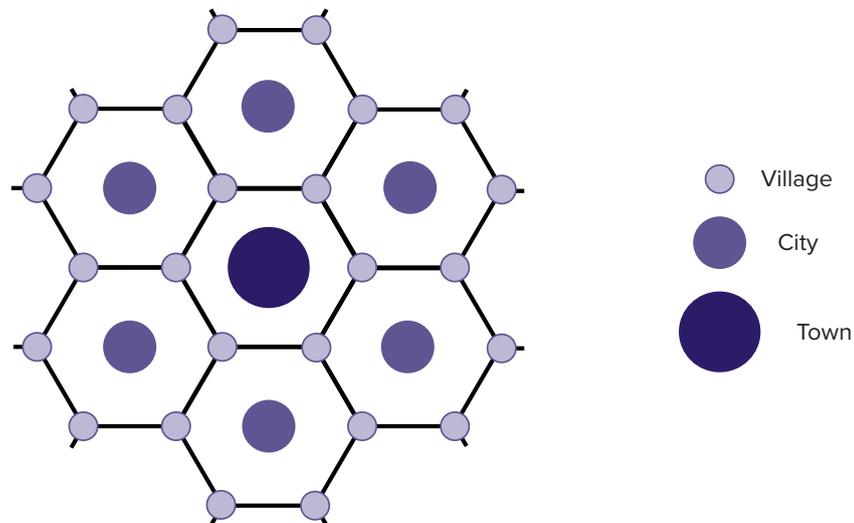


Source: Ian Banerjee, adapted from MLIT (2014)

The principle ideas of the Grand Design mainly take their cue from studies in economic geography and location theories. They are based on research showing that the doubling of the population living within a radius of 300 km can increase productivity by 1.0 to 1.5% through various forms of spillover (OECD 2015). While there is overwhelming evidence that economic benefits can increase with city size, there is also evidence that smaller cities can benefit by “borrowing” agglomeration from neighboring cities (OECD 2016: 84). Agglomeration effects are believed to result not only from population density but from “the ease with which agents can interact and transact with a large number of other agents” (OECD 2016: 84). Also, studies show that these interactions do not necessarily have to take place only in close vicinity—many highly innovative regions are successful by being part of international linkages despite having moderate populations.

The principles of the Grand Design also remind us of the Central Place Theory (CPT), a highly influential yet disputed theory put forward by the German geographer Walter Christaller in the 1930s (Christaller 1933). Based on the analysis of existing human settlements in Southern Germany at the time, Christaller proposed an idealized model for planning settlements based on the concept of centralization as ordering principle. He asserted that settlements existed as “central places” to host services for surrounding areas. According to Christaller, people purchased goods and services from the closest places, and in the transportation model this ordering could minimize the network length and maximize the connectivity of the centers to be served (Agarwal 2009). Building on this, he argued it would be possible to calculate the size and number of settlements, evenly distributed across the entire territory, using the hierarchical order of space built on hexagons. While there are striking similarities between the principles recommended by the new spatial strategy in Japan and CPT, it is notable that the precondition of Japan is radical shrinking, while CPT was conceptualized in times of growth.

**Figure 6:** The hierarchic ordering of space according to the Central Place Theory of Walter Christaller



Source: Ian Banerjee, adapted from Christaller (1933)

### Diversity and collaboration

As the subtitle of the Grand Design suggests, it is about the “Creation of a country generating diverse synergies among regions” (MLIT 2014). Diversity and collaboration are seen here as preconditions for regional development in times of depopulation (MLIT 2014; OECD 2016b: 10). Regions and towns are encouraged to identify their specific natural, cultural, economic, and social assets and understand their potential to attract people and investment: “This very diversity

of endowments and strategies creates the possibility for collaboration, because it gives rise to the possibility of identifying potential complementarities among places and building strategies to exploit them” (OECD 2016b: 10).

Economic diversification in regions along with intensified interactions are expected to lead to more “constructive dialogues” between people and places (MLIT 2015: 31): “As the population declines, competition among regions and cities for people and resources will intensify, largely because they have similar endowments, needs and aspirations. However, it is their diversity that may offer the best hope for the future” (OECD 2016b: 10). The new strategy recommends experiments with models of governance that foster new types of political cooperation between regions (see section 4).

### **Rural revitalization and the “sixth industry”**

The main reason for migration to big cities in Japan (and most other countries) is the lure of jobs and lifestyle. The only way to prevent this is believed to be the revitalization of rural areas with the creation of non-agricultural jobs and the provision of lifestyle options attractive to the younger cohorts. As a response to this challenge, the Grand Design has taken up the narrative of “rural revitalization.” The “compacting” of territory is not seen merely as a defensive measure to streamline services for shrinking regions; instead, it urges regional governments to embrace innovative approaches toward building new foundations for economic activities in rural areas (OECD 2016: 81; MLIT 2015). This also includes strategies around stimulating senior entrepreneurship known as the “silver economy” and the “sixth industry.”

The sixth industry is essentially about “the formation of integrated value chains encompassing production, distribution and marketing by linking agriculture, forestry and fisheries producers to those with expertise in the secondary (processing) and tertiary (marketing) sectors [...]” (OECD 2016: 213). Such strategies are built on local assets exemplified by the logic of strategies like those used in France to market products such as French wine or local cheeses. A number of lighthouse projects in Japan provide good examples of how small towns have been able to reinvent their economies and even create new regional identities by tapping into their local resources. For example, the Seiwa area in Mie Prefecture was able to create a buzz around environmental innovation; Ama-Cho in Shimane Prefecture has been able to shine with food technology and education; and very prominently, Kamiyama in Tokushima Prefecture has found success with IT companies and art. All have established a basis for future prosperity and created conditions that are attractive to young people, without the unrealistic desire to “bounce back” to their previous population counts.

Attractive rural landscapes and amenities, combined with good external connectivity, are leading to the rise of a growing number of start-ups in the field known as “knowledge-intensive service activities” (KISA). This trend can be also observed across many OECD countries (OECD 2016b: 17). The sixth industry and KISA are not expected to have a substantial macroeconomic impact in Japan, but it is anticipated that “small niche activities could still make a big difference in thinly populated areas” (OECD 2016a: 211). A considerable part of the process of reimagining the future of Japan will be about how to create prosperity with fewer people.

### **Intensifying urban-rural linkages**

Making rural life attractive to younger cohorts is seen as an essential task by the government. The Grand Design recommends strengthening relationships between rural areas and urban residents by creating stronger “urban-rural linkages.” The experience of new types of rural life is actively promoted by initiatives such as “Attractive Rural Areas—Make Coming Back to Rural Areas Real,” put forward by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF) in 2015. It is broken down into very simple projects, such as enhancing children’s understanding of rural life by offering experience-rich tours, or encouraging direct exchanges of goods and services between various sectors and industries.

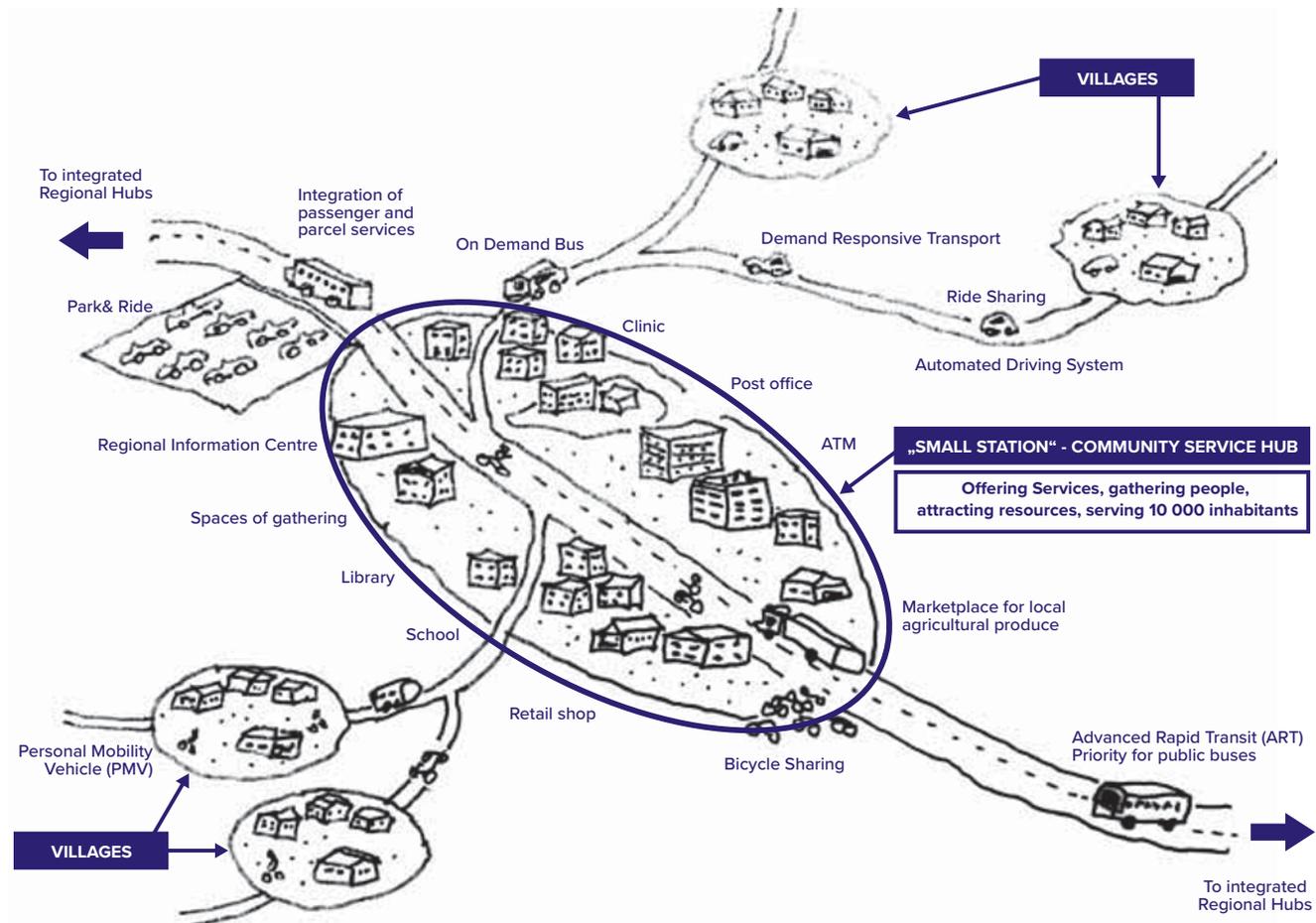
### 3.4.4 The three spatio-functional building blocks

The Grand Design 2050 reimagines the reconfiguration of Japanese territory with three types of spatio-functional building blocks based on three spatial scales and three models of social services. They are conceptualized as follows.

#### Villages served by “small stations” (serving 10,000 inhabitants)

It is recommended that the villages, where most of the population decline is expected to take place, are interlinked into networks of villages of a defined size and served by centralized community service delivery hubs called “small stations.” These stations have two functions: to offer services and to help gather people, goods, money, and information to create new value. They offer life services such as childcare, health/elderly care, government information, etc. Each of these small stations could serve up to 10,000 inhabitants in the village network. Estimates show around 5,000 to 7,000 of them would need to be constructed across the country (OECD 2016: 82). For example, Kochi Prefecture on the island of Shikoku plans to build 130 such stations, positioned 4 to 5 km from each other, within a catchment area of 54 km<sup>2</sup>. Studies by the National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) have mapped out the measures necessary to push forward the “systematic shrinking of urban areas,” which might be necessary when restructuring the urban areas through

**Figure 7:** “Small stations” are places offering centralized public services for surrounding villages for around 10,000 inhabitants. They are also places for gathering, bundling resources, and creating new values. New models of transport and mobility (including CAVs) are conceptualized in an ongoing process



Source: Ian Banerjee; adapted from MLIT (2014)

these small stations (Kaneko/Kiuchi 2018: 22). The politically and socially difficult question of relocation has often been discussed but mostly rejected by citizens (SIP-adus 2019a).

The deployment of CAVs with different capacities and ranges is expected to help create mobility services for these small stations. It is important to note that the aim of the strategy is to reduce car dependency and urban sprawl; the strategy promotes the concentration of key urban functions along with the extension of public transport networks (OECD 2016).

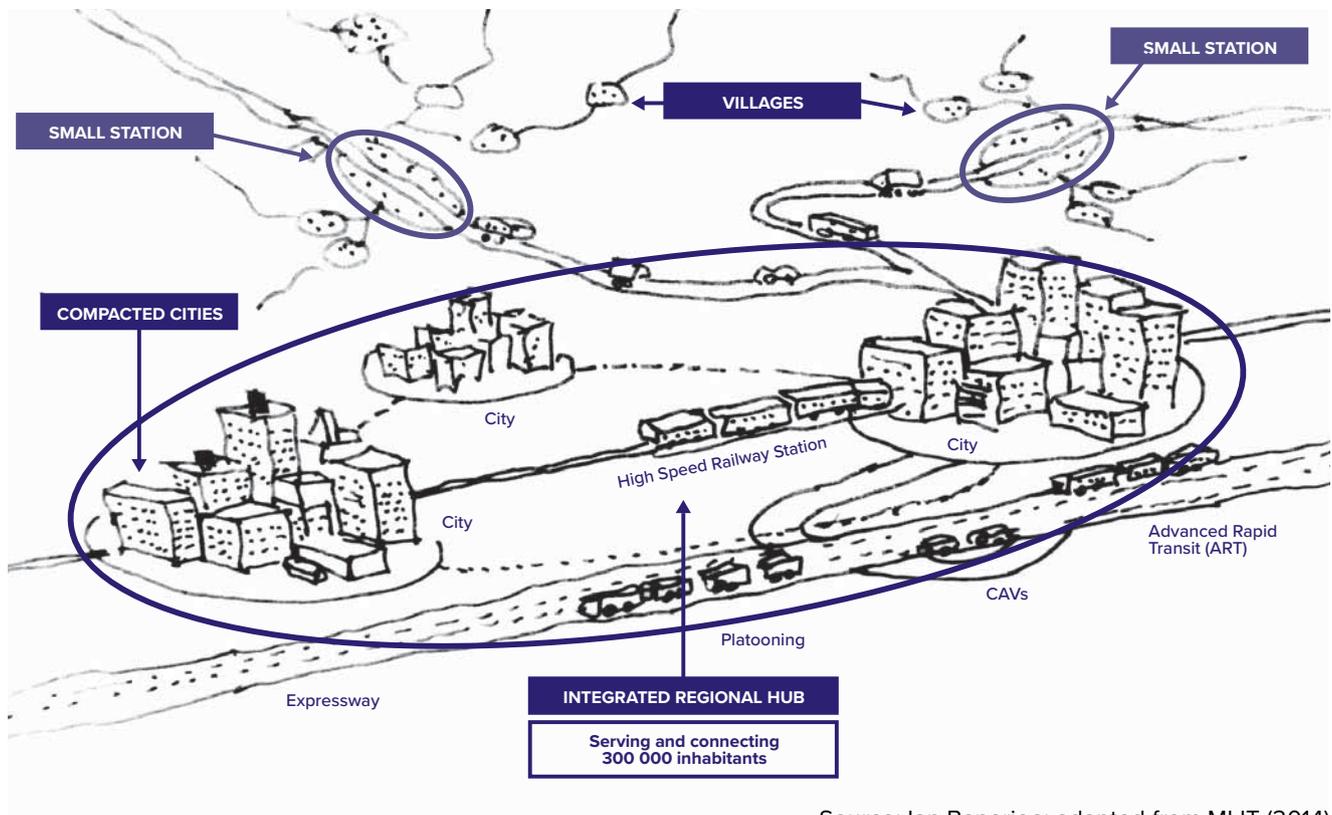
**Mid-sized cities served with “integrated regional hubs” (serving 300,000 inhabitants)**

The strategy recommends the integration of mid-sized cities into functional urban areas (FUA) with a combined population of at least 300,000. This rationale is based on the assumption that a population of 300,000 is necessary to offer and maintain high standards in education, medical care, and employment opportunities. They will be served through “integrated regional hubs,” also called “urban compact hubs.” These hubs will be connected with each other within one hour of travel (“high-grade city links”). The strategy estimates Japan would need 60 to 70 such regional hubs (Amano/Uchimura 2018: 23).

**A “super megaregion” served by “collaborative core urban areas”**

The aim of creating a “super megaregion” is to enhance the agglomeration potential of Tokyo. Against the backdrop of the country’s stagnating economy, this is of particular national interest. As often mentioned in the urban discourse, along with New York and London, Tokyo is one of the world’s top three “global cities” (Sassen 2001). It represents a crucial aspect of the country’s economic competitiveness and also its cultural landscape. The future of Tokyo is an important

**Figure 8:** “Integrated regional hubs” are integrated functional urban areas (FUR) serving 300,000 inhabitants. These are places offering high-end services such as education, health, etc. Better physical and digital connectivity are expected to make these places more innovative and productive



Source: Ian Banerjee; adapted from MLIT (2014)

and sensitive topic for national spatial planning in Japan. The idea put forward by the strategy is to create more intense physical and digital connectivity between the three metropolitan regions of Tokyo, Nagoya, and Osaka by connecting them with high-speed internet and an ultra-high-speed train (maglev) called Chuo-Shinkansen. This will make them physically reachable within an hour. With 64 million inhabitants, this will be the largest functional urban region (FUR) in the world. To maintain their competitive edge in logistics, innovation, and knowledge creation, these regions are expected to need the services of a wider range of specialized forms of financial, business, and producer services. The new strategy aims to achieve a higher concentration of such high-level urban services by building “collaborative core urban areas” situated near railway stations and other central locations (OECD 2016: 158).

### 3.4.5 2nd National Spatial Strategy: A comprehensive planning device (2015–)

The 2nd NSS, adopted by the national government in 2015, currently serves as the most important socioeconomic planning document for Japan (for an English summary, see MLIT 2015). It integrates the building blocks of the National Grand Vision 2050 and outlines a comprehensive spatial strategy addressing all sectors of development. Also, with reference to Japan’s geopolitical interest, it recommends the intensification of transnational exchanges with other regions in Asia, particularly with Southeast Asia (for more, see MLIT 2015).

Its overarching objectives are: (a) revitalizing regional and rural economies, (b) creating new settlement patterns by “smart shrinking,” and (c) strengthening the global competitiveness of the major metropolitan areas. The architecture of the 2nd NSS reflects a consistent, long-term vision of the government’s response to population decline. It formulates the nation’s priorities and objectives while ensuring the coherence of the main sectoral policies, including the above-mentioned eight regional spatial strategies. In particular, the NSS includes the country’s economic strategies, such as the National Special Strategic Zones (NSSZ). In 2014, the same year as the Grand Design was presented, Japan approved the creation of six NSSZs with different specializations, such as medical innovation, agriculture, tourism, etc. (see fig. 1). The six zones are flanked with “regional innovation strategy promotion areas” such as the Industrial Cluster Programme, the Knowledge Cluster Initiative, and the Regional Innovation Strategy Programme. Notably, with regard to depopulation an explicit aim of the NSS is to stop the net inflow of currently around 100,000 persons per year from the rural areas to the Tokyo region (OECD 2016, MLIT 2015) and to encourage flows back to villages and smaller towns.

Despite the accomplishments attained by Japan’s top-down national strategic spatial planning that has been applied over the last 60 years, there are growing doubts about the efficacy of its practice in the new millennium. The recurrent phenomena of industrial centralization and urban sprawl have shown how the location choices of both industry and households have consistently challenged the government’s objectives of balanced growth and sustainable settlement patterns. This outcome has indeed created some degree of disillusionment with national spatial plans (OECD 2016).

However, withstanding all critique, the importance of coordinated, national-level strategic planning remains an imperative in Japan. In fact, at the beginning of the 21st century, in times of rapid change and insecurity, and “[...] at a time when government is devoting enormous energy to overcome traditional sectoral approaches to policy in favour of an integrated, government-wide approach to the challenges of demographic change, such a coordinating device is indispensable” (OECD 2016: 87). Also, it is believed that when national strategies are the outcome of extensive participatory processes, they can strengthen communication between stakeholders (OECD 2016). Drawing from this belief, the process of developing a national strategic plan is now considered in Japan to be as important as the plan itself—if not more so. This is also one of the reasons for the government’s search for governance models that will enable more participatory decision-making processes in planning.

## 4. GOVERNANCE

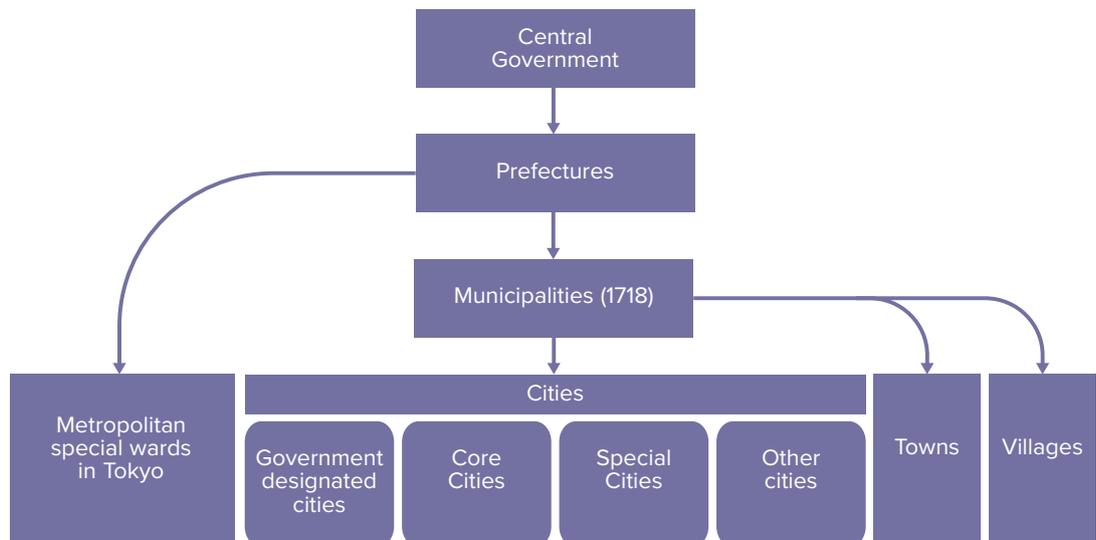
The need to engage with local municipalities and the requirement to work with multiple levels of government have contributed to two specific shifts in viewing governance in Japan. This section briefly outlines these two shifts. It is by no means a critique or a comprehensive review of citizens' (dis)contents; however, it points to a major shift taking place in this field (for more on new approaches toward governance, see Hamedinger in this volume).

### 4.1 STRUCTURE OF TERRITORIAL GOVERNMENT

The structure of the territorial government in Japan is built on the complex relationship between the central government and the subnational governments (for details, see OECD 2016). The Japanese archipelago consists of the main island (Honshu) and three major islands (Kyushu, Shikoku, Hokkaido) with 6,848 lesser islands, totaling 377,960 km<sup>2</sup> in area. Administratively it is divided into 47 prefectures and 1,742 municipalities as of January 1, 2013. The three major metropolitan areas of Kanto (around Tokyo), Kinki (around Kyoto and Osaka), and Chukyo (around Nagoya) contain 51% of Japan's total population (IPSS 2014). Cities in Japan have different statuses. With 9.6 million inhabitants (metropolitan region: 37.6 million), Tokyo has the status of a prefecture divided into 23 wards, which are seen as independent cities. The so-called "Designated Cities" have a population of over 500,000, the "Core Cities" more than 300,000, and the "Special Cities" over 200,000 people.

The enmeshment of fiscal structure and the commitment to interregional equity has created a very strong influence of the central government on subnational governments (OECD 2016). It is beyond the scope of this study to review the complexity of Japanese government and its evolution in recent decades; however, for this review, it is relevant to note that the current government is in search of a new approach to government (and governance), which will essentially instigate the devolution of power and the empowerment of local municipalities.

**Figure 9:** Structure of territorial government in Japan



Source: OECD (2016)

## 4.2 TWO SHIFTS IN THE APPROACH TO GOVERNANCE

The search for new models of governance intensified in Japan after the new Grand Design and the 2nd NSS were presented in 2014 and 2015 respectively. The main cause for this search was the institutional realization that the new national vision of a “compacted and networked” country could only be realized with the intense involvement of local actors and the production of local knowledge (OECD 2016). The central government is not expected to have the capacity to be able to fully understand the specificities, assets, or constraints of local regions, let alone have the resources to innovate on that level. Two essential moves implied in the strategy are: (a) breaking away from the notion of transforming every region into a growth machine, and (b) starting from the places and aspirations of the local community (and not solely investing in profit-oriented projects implemented in strategic locations).

Such discursive reflections have led to two shifts in looking at governance: (a) the shift away from a traditionally top-down approach to planning to one that encourages more bottom-up initiatives, and (b) the move away from sectoral to integrated policies.

### 4.2.1 Top-down meets bottom-up

While the old Grand Design for the 21st Century from 1998 had begun to promote wider citizen participation and partnerships, the first National Spatial Planning Act went on to institutionalize it in 2005. One of the intentions of this new act (see section 3.3) was to incorporate mechanisms of decentralization into Japan’s national spatial planning system. It adopted a two-tier structure: the overarching National Spatial Plan (NSP) and eight Regional Spatial Plans (RSP; Kenji 2008: 511). This act consequently marked the beginning of the integration of local municipalities in the planning process. Based on this, many local authorities began to experiment with home-grown strategies, marking the growth of an experimental culture that would later prove supportive in developing local strategies for the deployment of CAVs.

After the “wake-up call” of the Masuda Report in 2014, a new consensus started to emerge across Japan: in order to respond to the diversity of the country’s geographic, economic, and social challenges, it was assumed that while maintaining strong leadership from the center, a systematic acceleration of bottom-up processes in local communities was a matter of necessity. An important idea put forward by the new strategic approach is to encourage “healthy” competition and simultaneously foster strategic collaboration between subnational governments. To this end, the government has embarked on creating instruments to ensure that prefectural and local authorities have enough resources, know-how, and authority to design and implement their own ideas. It has also started a discussion on how new governance structures could improve the traditional tax allocation mechanisms enacted through the country’s intergovernmental transfer system (OECD 2016).

### 4.2.2 Breaking down the sectoral silos

The second recommendation made by the new NSS is to break down the sectoral walls between governmental institutions:

These efforts are predicated in part on building on a sense of crisis (*kikikan*) in order to overcome institutional inertia and the tendency of bureaucratic structures to operate within narrowly defined sectoral policy ‘silos’. There are important potential complementarities among different strands of public policy that can be only realized with a whole-of-government approach, and that is precisely what the government has been working to realize (OECD 2016: 79).

“Breaking down the silos” seems to be an idea that had found its moment in Japan. It corresponds with another major institutional innovation initiated in the same year by the Council for Science, Technology and Innovation (CSTI)—something that would directly affect the programs for CAVs (see section 5.1).

### 4.2.3 The “Headquarters”: coordinating sectoral policies

To enable the walls of sectoral silos to be broken down, the Japanese government created a new organization, also in the year 2014, called the “Headquarter for overcoming population decline and revitalisation of the local economy,” in short “Headquarters.” The mandate of this organization is to coordinate the national and regional policy interventions across all relevant policy domains and all sectors of the country. It was an organization put in place to build bridges across the deep rifts that exist or tend to grow in due time between sectors, organizations, and institutions.

The statement made by Prime Minister Shinzō Abe at the first meeting of the “Headquarters” in September 2014, denotes the importance placed in the role of this organization: “The most important aspect of measures to be implemented by this Council is that they eliminate vertical segmentation and employ one-stop responses [...]” (OECD 2016: 88). To further emphasize the importance of the organization, a new minister, directly under the aegis of the Cabinet Secretariat, was installed to head the organization. The “Headquarters” functions on two levels: (a) at the political level, it operates through a Council on Overcoming Population Decline and Revitalisation of the Local Economy chaired directly by the Prime Minister; and (b) at the working level, it operates through a staff of civil servants who support the minister with day-to-day operations (OECD 2016: 88). The minister is also in charge of the National Special Strategic Zones (NSSZ; see section 3.4.4); thus, he has the responsibility of aligning the country’s population strategy, spatial strategy, and economic strategy. Also, he has to push and coordinate the local governments’ mandate to create their own long-term visions and revitalization plans within the framework of the 2nd NSS in a participatory way—involving all key actors, including experts and civil society.

What makes the “Headquarters” interesting, is that it is instructed to offer both information (including big data) and financial support to local and prefectural authorities. If requested by the municipalities, the “Headquarters” is also obliged to appoint a civil servant with ties to the local region, who can for instance act as a consultant and advisor to the respective municipality (OECD 2016).

## 5. CAVS IN JAPAN

Japan is one of the key actors in the global innovation landscape for CAVs. Together with the USA and the European Union, it plays a strong political role in shaping the international discourse unfolding around CAVs. This is reflected in the yearly trilateral meetings conducted jointly by the three political regions. In this section we shall outline the country’s institutional setting that enables the development of CAVs, its relation to NSS, and the experiments taking place in rural and mountainous regions.

## 5.1 THE SIP: AN INSTITUTIONAL CATALYST FOR CROSS-SECTORAL RESEARCH

In 2014, an organization called SIP (Cross-Ministerial Strategic Innovation Promotion Program) was created by the Council for Science, Technology and Innovation (CSTI), under the auspices of the Prime Minister and the Minister of State for Science and Technology Policy, to facilitate transdisciplinary research by cutting through the ministerial silos (SIP 2017, Amano/Uchimura 2016). The key idea was to create a portfolio of programs and projects derived from an overall set of strategic goals and ambitions. The portfolio is divided into three general policy areas and eleven specific fields such as energy, disaster prevention, cyber security, etc. Each of these eleven fields is equipped with its own budget and ascribed a “program” led by a program director. The program directors’ main function is to facilitate the cross-sectional coordination of the triple-helix movement between government (cross-ministerial), industry, and academia. They are responsible for the entire chain of activities from initiating basic research to a clear exit strategy (i.e., application and commercialization). One of these eleven policy areas, Next-Generation Infrastructure, is dedicated to automated driving systems (ADS). With the growing importance of ADS, SIP created a new section of its body called Automated Driving for Universal Services, in short SIP-adus, in 2014. The main objective of SIP-adus is to coordinate and catalyze research between a wide spectrum of actors, with the broader aim of integrating social innovation with technological innovation (Amano/Uchimura 2016). SIP-adus builds on the already existing national portfolios of Intelligent Transport Systems (ITS), Dynamic Map Planning, Human Machine Interface, Advanced Rapid Transit technologies (ART), and the projects of Next Generation Transport (for more, see Amano/Uchimura 2018).

## 5.2 NSS AND CAVS

As argued earlier, the reason for the detailed elaboration of the national spatial strategy is to explore how the spatial and functional logic for the deployment of CAVs has been derived from its comprehensive ideas of socio-territorial innovation.

Like most countries in the world, Japan’s mobility sector is experiencing deep technological changes along with rapid changes in its citizens’ mobility behavior. However, in addition to the globally shared challenges of decarbonization, lack of finance and accessibility, Japan’s transport system is confronted with the challenge of serving a dramatic number of “disappearing municipalities”—a condition that is causing more and more transport services to close down, particularly in rural areas. In this dire situation, the promises of CAVs have greatly fueled the imagination of mobility experts in the country. CAVs in Japan are seen as a promising solution to many of its ailments. This circumstance makes Japan stand out sharply in the global race to deploy CAVs. The deployment of CAVs in Japan is not seen as a luxury but a necessity; its value is seen less as a private vehicle than as a public service.

As indicated in the sections above, the new Grand Design and the new NSS have also set the stage for conceptualizing the future of mobility in Japan. The new grand notion of a “compact and networked” country requires an overall conception of new mobility systems—mainly on two levels: on one level, it needs to address intraregional mobility within “compact” settlements, involving measures such as the reduction of cars and the promotion of public transport. On another level, it needs concepts for interregional mobility—those that will connect the compacted regions into strategic “networks.” This will necessitate site-specific transit systems of very different types and capacities ranging from “platooning” to advanced rapid transit (ART), from personal mobility vehicles (PMV) to automated demand-responsive transport (ADRT).

## 5.3 CAVS IN RURAL JAPAN

### 5.3.1 Demand-responsive transport (DRT)

Long before the advent of automated vehicles, Japan had been testing alternative concepts of mobility in rural areas (OECD 2016a). The proactive attitude of policy makers toward CAVs in Japan can be partly explained by the fertile ground that these experiments have cultivated. The most significant of these experiments have been conducted around the concept known as demand-responsive transit (DRT).

The mobility challenge for rural Japan (as also for similar low-density regions in many other parts of the world) is how to deploy quick, reliable, affordable transport options without requiring much public subsidies. To meet this challenge, municipalities started experimenting with the DRT model almost 40 years ago. In Japan, its system has evolved into one with three types of buses: (a) those with fixed routes, operating only if there is demand; (b) those that offer some flexibility in the fixed route; and (c) those that offer relatively free routes. Some places integrate taxis with flat rates for door-to-door services, and others offer bus services combined with shared taxis. Some 200 municipalities offer DRT services in Japan today. The rise of digital platforms led to a doubling of the provision of DRT between 2006 and 2013 (OECD 2016a: 238). The 2007 Act on Revitalization and Rehabilitation of Local Public Transportation Systems, and its amendment in 2014, gave municipalities more freedom to self-organize. This further “unleashed a great deal of local experimentation” in public transport, putting Japan at the “forefront of efforts to adapt public transport for rural areas” (OECD 2016: 236). Looking at the experiments conducted with CAVs in rural Japan, in fact, reminds us strongly of the DRT experience collected in the last decades.

### 5.3.2 The main drivers for CAVs in rural regions

Japan’s proactive attitude toward CAV has mainly been sparked by (a) the hope of serving the mobility needs of an ageing society (“active ageing”), and (b) the hope of counteracting the problem of growing shortage of bus and truck drivers.

About 330,000 people aged over 65 years returned their drivers’ licenses in 2016, after which it was found in a survey that about 70% of them felt a general reluctance to leave their homes (MLIT 2017; Amano/Uchimura 2016, 2018). In the context of this situation, the promotion of active ageing is, firstly, about how to deploy CAV in ways that could enable the elderly to play an active and productive role in society as long as they wish. Secondly, it is about reducing age-related fatalities, as 54% of victims of fatalities are 65 years of age or older (Amano/Uchimura 2016, 2018). In fact, they are not only the victims of accidents but also the cause of accidents. This makes road safety involving the elderly one of the highest priorities in Japan.

The average share of the aged (65+) in rural areas is currently about 31%, while the national average is about 23% (MLIT 2017). This poses the question of how to maintain the provision of food, care services, etc. to the elderly in these increasingly depopulating areas of the country. As the public transportation market is liberalized in Japan, it is natural that companies should withdraw from the places where they cannot maintain profits. More than 13,000 km of bus routes have been canceled since 2007 (MLIT 2017). This situation is aggravated by the fact that both bus and taxi companies are finding it more and more difficult to recruit drivers in depopulating areas. The shortage of truck drivers (more than 40% of whom are aged over 50) has also started to make the delivery of daily provisions and other goods increasingly difficult. This has made both transit and delivery of goods highly interesting fields for site-specific and tailored applications for CAVs.

### 5.3.3 Experiments with CAVs

Research and field operational tests (FOTs) with CAVs are initiated by SIP-adus along with national governmental organizations like the Cabinet Office, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT), the Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), or by local municipalities together with private companies and universities (for full report on all field operational tests from 2014 to 2018, see SIP-adus 2019b). In 2018, 14 research locations were identified by the national government and 30 locations by local governments, universities, and private companies (MLIT 2019). A series of extensive tests built on fluid alliances forged between diverse sectors are currently underway in rural areas (MLIT 2019).

**Figures 10–13:** CAV tests at Keio University, Tokyo



Photos: Ian Banerjee

#### **Experimental settings in rural areas**

Most of the experiments conducted by MLIT take place with four types of vehicles: two types of buses with the capacity of 6 passengers (10 km/h) and 20 passengers (35 km/h); a passenger vehicle for 6 passengers (12 km/h) and a passenger car for 4 people (40 km/h; see table 1, figs. 14–17). They are guided by four different combinations of sensors: electromagnetic induction wire (EIW), 3D maps, global positioning systems (GPS), and inertia measurement units (IMU; MLIT 2019).

**Table 1:** Details of vehicles and sensors for tests in rural Japan by MLIT

		Level 4	Level 2	GPS	IMU	3D map	EIW*	Passengers	Speed
<b>Type I</b>	Bus	●		●	●	●		6	10 km/h
<b>Type II</b>	Bus	●	●	●			●	20	35 km/h
<b>Type III</b>	Passenger car		●				●	4–6	12 km/h
<b>Type IV</b>	Passenger car	●	●	●		●		4	40 km/h



**Type I**



**Type II**



**Type III**



**Type IV**

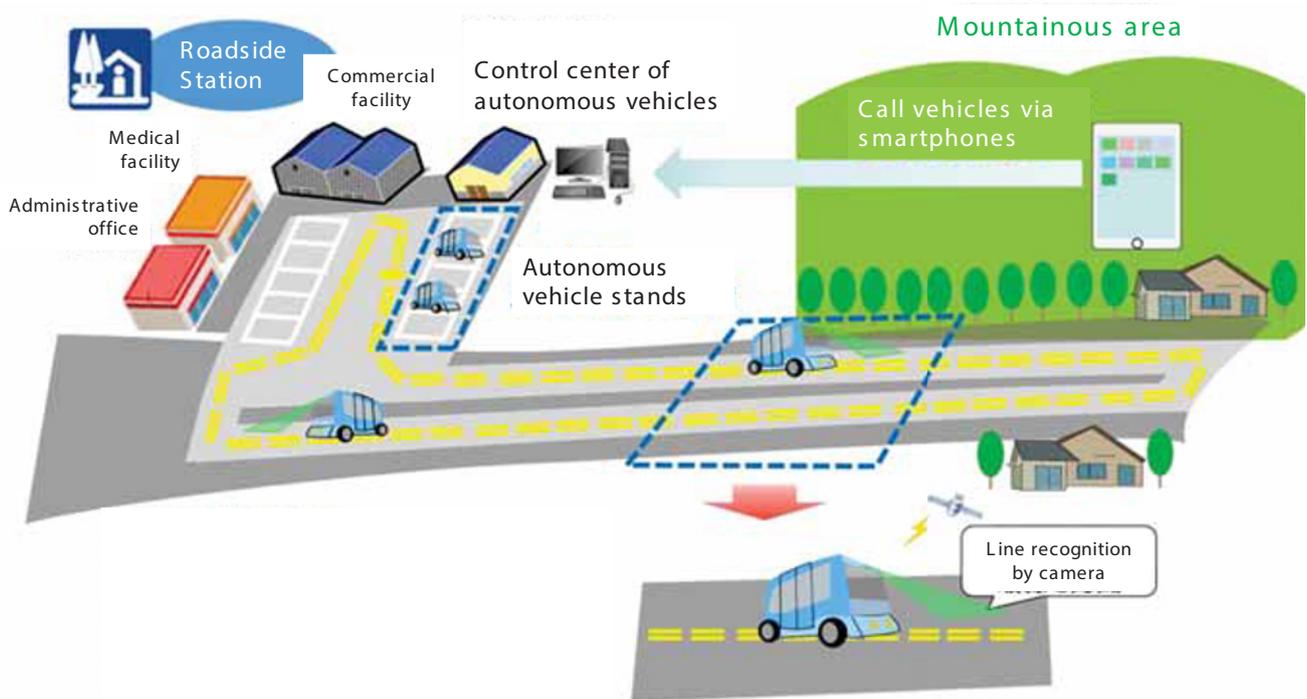
Source: MLIT (2019)

The main purpose of the so-called “social experiments” conducted by MLIT (2017) are to understand the operational design domains (ODDs) and social needs involving (a) the necessary existing road environments for CAVs; (b) the existing transportation systems; (c) local specificities such as climate or telecommunication infrastructure; (d) the potential costs for scaling up the services; (e) social acceptance; and (f) the impacts on the lifestyle of especially elderly citizens. From a technological viewpoint, the main focus is on how to verify, develop, and maintain the dedicated traveling spaces, and also how to improve communication between vehicles and road infrastructure (V2I). From a business viewpoint, the feasibility of combining public transport and logistics is of special interest, as is the potential profitability of the respective cases.

### “Roadside stations” in mountainous regions

A series of CAV tests conducted in the mountainous regions of Japan exemplify the experimental setting of the tests in rural Japan. A number of them are located around “roadside stations” called “michi-no-Eki” (compare with the concept of “small stations” proposed in the Grand Design 2050 and 2nd NSS, section 3.4.4). Located along main trunk roads, these roadside stations are more than just highway rest stops: they offer medical amenities, shopping facilities, and other essential services for everyday life. In Japan, the total number of roadside stations amounts to 1,167, of which more than 80% are located in rural areas (MLIT 2017). The experimental setting (fig. 18) simulates the real-life needs of the elderly in rural areas. The procedure is simple: The automated vehicles wait for local residents at the roadside station—also the place where the control center is located. Once an order has been placed via an app, a CAV picks up the client(s) from their home (or any given location) and takes them to do their errands, such as going to the clinic, shopping, or leisure activities. The customers are then transported back to their desired location.

**Figure 18:** Schematic diagram of the setting of social experiments with CAVs in roadside stations in rural regions



Source: MLIT (2017)

## 5.3.4 Findings

An interim report published by MLIT (2019) on the social experiments conducted in rural areas with hybrid forms of public transport and delivery systems, comprises an extensive evaluation of the tests undertaken from 2014 to 2018. While no one can say how long it will take to scale up the tests, the findings give a clear picture of the thematic issues surrounding the social, technological, and financial feasibilities of the deployment of CAVs in rural areas. They can be summarized as follows:

1. **Social needs:** regarding the possible operational route for automated vehicles as public transport, three major types of needs for services are identified: (1) demand-type

services that are personalized and completely flexible; (2) fixed-type services that are semi-flexible, for example, by allowing people to hop on and hop off the vehicles at flexible stops; and (3) the need for transfers to existing high-speed transit (first mile/last mile).

2. **Social acceptance:** (a) the perceived reliability of self-driving technology is significantly higher after boarding the vehicle than before; (b) people have feelings of uneasiness if the amounts of automated delivery are relatively small.
3. **Road space:** (a) operating on steep slopes in mountainous regions is technically possible; (b) narrow streets without sidewalks tend to hold up CAVs; (c) in mixed traffic, two-lane streets are better for CAVs to handle than single lanes.
4. **Technology:** under snowy or foggy conditions, and in mountainous areas where GPS accuracy is reduced, CAVs utilizing vehicle-to-infrastructure technologies (V2I) such as electromagnetic induction wires (EIW) or magnetic markers showed better results than those using LiDAR.
5. **Business models:** (a) to make CAV more socially acceptable, it is necessary to make the operating entity, service models, and the definition of roles of providers and users more transparent; (b) the cooperation and coexistence with existing public transport services is absolutely essential (as complementary components); (c) annual budget calculations indicate that it is necessary to consider financing CAVs not only through fares and shipping charges, but also through various collaborations with private companies and subsidies from local governments; (d) collaboration with existing delivery and food distribution companies can improve the efficiency and cost of delivery of services in a given region; (e) it is necessary to educate users about the novel possibilities of using CAVs; (f) it is important to illustrate to communities how CAVs can improve their local quality of life.

## 6. CONCLUSION

This paper has offered an analysis of how the current Japanese government is addressing the country's challenge of an ageing and radically shrinking population with a unified set of policy responses. The authors elucidated how the government is applying the instrument of a new national spatial strategy (NSS) as a navigational tool to orchestrate the development of the country's key economic and social sectors, including the deployment of technological novelties such as CAVs. The country's problems have led the government to align its entire technological funding and innovation program with the overall orientation of its new NSS. The research has shown that a national spatial strategy can be a helpful device to conceptualize a public-value-oriented deployment of CAVs—if the strategy has a cross-sectoral and multi-scalar approach, and if the strategy is the product of a broad and collaborative reimagining process.

Having peaked in 2010, Japan's population is expected to plunge by 30% by 2060. After two decades of intensifying debates on shrinking and mounting accusations of neglect on the side of the government, the nation's policy makers have finally found the political resolve to engineer a long-term vision for the country's future and a strategic plan for multidimensional change. Contrasting with the pessimistic mood prevailing in the country, the latest grand vision effuses new hope and an optimistic view of the future based on a plausible future scenario of "rightsized" cities and "smart shrinking" of regions. Two intertwined policy frameworks put for-

ward by the Japanese government between 2014 and 2015, formulated an integral system of ideas and principles that were designed to fundamentally transform the country's approach to planning for the coming 40 years. The new strategy is framed by (a) a set of guiding principles that underlie the country's spatial development plan till 2050 (Grand Design 2050), and (b) an integrated national spatial strategy that stipulates the direction for the development of all the major sectors in the country till around 2025 (2nd NSS). All of Japan's future plans adhere to the system of ideas presented in these two key policy frameworks.

The authors investigated two defining features in the Japanese approach that make it an interesting case for studying the deployment of CAVs. The first feature pertains to how the country stands out among other proactive countries by the way it defines its experiments around CAVs as essential responses to its severe socioeconomic challenges—underlining the argument that CAVs are not a luxury for the few but potentially a common good for all. This makes public investment in the risk-prone technologies of automated driving systems (ADS) more arguable than in countries where relevant challenges are either not politically recognized or CAVs are not adequately defined as something that could create public value. The Japanese government's proactive attitude toward CAVs is mainly driven by the hope of meeting the needs of a rapidly ageing society, particularly in rural areas, and of solving the country's acute problem of its growing shortage of bus and truck drivers. In this context, it is interesting to note that the experiments taking place around CAVs are usually described as “social experiments” and not as technological experiments (MLIT 2017, 2019).

The second distinctive feature highlighted in the study pertains to how the new spatial strategy significantly shapes the rationale for the deployment of CAVs in Japan on both local and interregional levels. The case of Japan demonstrates that the deployment of CAV-based operations can be easier to conceptualize if a unified policy framework follows a principles-based and socio-spatially differentiated logic that responds to the challenges on all spatial scales of the country—from villages to megaregions. Such a unified and spatially differentiated logic has also made it easier for the Japanese government to deduce the logic for the countrywide deployment of CAVs and also to offer guidance to municipalities and local communities that aspire to cocreate their own CAV-based services. They are encouraged to act locally but think nationally. This study concludes by asserting that if an NSS is crafted strictly with the aim of addressing the country's challenges and of serving its public interest, then the deployment of CAVs can potentially be realized without the fear of commercial appropriation of the technology by a monopoly.

### **Summary of the main elements of the strategy**

The authors have identified the following seven points that summarize (a) the aims, principles, and recommendations put forward by the New Grand Design 2050 and the 2nd NSS and (b) the key interim results from the experiments conducted with CAVs:

1. The principle aim of the unified national strategy is to ensure and maintain the country's high level of prosperity with fewer people. The National Grand Design 2050 makes recommendations about to how to reach this aim by (a) centralizing public services to make them more sustainable during the coming period of radical shrinking, and (b) decentralizing the economy by creating incentives to build a broad range of diversified and localized economic activities. The key ideas underlying the strategies' principles are presented as ideographic narratives that can be easily comprehended by all citizens (fig. 5).
2. The narratives of the two main policy-related principles employ the concepts of “compacting” and “networks.” The long-term aim is to densify cities by “compacting” them (“rightsizing”) and subsequently interlinking them into “networks” of cooperation (“smart shrinking”). The compacted centers are encouraged to become centers of social and

technological innovation, networked by connectivity infrastructure of various kinds—this includes the infrastructure for CAVs.

3. Additional policy catchwords used in the strategy are: “revitalization,” “diversity,” “collaboration,” and the “sixth industry.” These terms refer to incentives created by the central government to motivate local municipalities to generate non-agricultural jobs in rural areas by encouraging them to tap into their own unique resources. The government has created a competitive situation where municipalities have to generate innovative ideas to vie for the limited resources provided to support their projects.
4. The unified spatial strategy envisions the restructuring of Japan with three types of spatio-functional building blocks based on three spatial scales, and three models of public services (figs. 6–7). These are: (a) villages served with “small stations” (for 10,000 inhabitants), (b) mid-sized cities served with “integrated regional hubs” (for 300,000 inhabitants), and (c) “super megaregions” served with “collaborative core urban areas” (for over 60 million people). These three spatial models can be seen as the “spatial DNA” of the strategic plan: their permutations and combinations are designed to produce and reproduce the socioeconomic spaces of human settlements and subsequently shape the entire territory of new Japan. It is important to note that this strategy looks at the urban-rural linkages of the country as a seamless spatial continuum.
5. New concepts for mobility are currently being reimagined both within and between the compacted settlements. The logic of deploying CAVs is closely intertwined with the systemic notion of spatial reconfiguration undertaken with the three aforementioned spatial building blocks. This can involve operational settings ranging from “platooning” to advanced rapid transit (ART), from personal mobility vehicles (PMV) to automated demand-responsive transport (ADRT).
6. Experiments with CAVs are currently being conceptualized with the following aims in rural Japan: to serve the ageing population; to attract young people by offering high quality of life; to make up for its growing scarcity of professional drivers; and to offer sustainable public transportation and freight services. Co-creative experiments with various use cases are being conducted in rural areas by the central government, municipalities, universities, and private companies. An interim report indicates that while there are serious “objective” needs for CAVs, there are many challenges to be met regarding road infrastructure, technology, operations, business models, and social acceptance.
7. Finally, Japan’s approach to governance is changing in fundamental ways. The two ongoing shifts are: (a) the move away from a traditionally top-down approach to one that encourages more bottom-up initiatives, and (b) the move away from sectoral to cross-sectoral policies in order to create more synergies between the sectors. A bridging organization called the “Headquarters” was formed on the ministerial level to coordinate the task of orchestrating and streamlining the entirety of national and regional policy interventions and action programs across all relevant domains and sectors of the country.

While the 2nd NSS may arguably be the most comprehensive and ambitious spatial strategy plan proposed by a democratic government today, the results are yet to be seen. Bringing together all the country’s key actors to implement the strategy remains a challenging exercise for the government. However, for the international discourse—particularly for Europe—it will be an interesting exercise to reflect and critically discuss the implementation of the Japanese strategy at this early stage as it responds to demographic and socio-spatial challenges that have started to afflict many parts of the continent in similar ways and with comparable severity.

## LITERATURE

- Adams, G. 1981. *The Politics of Defense Contracting: The Iron Triangle*. New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429338304>.
- Agarwal, P. 2009. *Walter Christaller: Hierarchical Patterns of Urbanization*, Centre for Spatial Integrated Social Science. Santa Barbara: University of California. <https://web.archive.org/web/20091105054923/http://www.csiss.org/classics/content/67> (May 13, 2020).
- Albrechts, L. 2004. "Strategic (spatial) planning re-examined," in *Environment and Planning* (31) 5, 743–758. <https://doi.org/10.1068/b3065>.
- Albrechts, L. 2006. "Bridge the gap: from spatial planning to strategic projects," in *European Planning studies* (14) 10, 1487–1500. <https://doi.org/10.1080/09654310600852464>.
- Amano, H., and T. Uchimura 2016. "A National Project in Japan: Innovation of Automated Driving for Universal Services," in *Road Vehicle Automation 3*, ed. by G. Meyer and S. Beiker. Cham: Springer, 15–26. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40503-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40503-2_2).
- Amano, H., and T. Uchimura 2018. "Latest Development in SIP-Adus and Related Activities in Japan," in *Road Vehicle Automation 4*, ed. by G. Meyer and S. Beiker. Cham: Springer, 15–24. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60934-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60934-8_2).
- Bornstein, L. 2007. "Confrontation, collaboration and community benefits. Lessons from Canadian and US cities on working together around strategic projects," paper presented at the ISoCaRP conference, Antwerp, Sep 2007.
- Broeck, P. van den 2011. "Analysing social innovation through planning instruments," in *Strategic Spatial Projects – Catalysts for Change*, ed. by S. Oosterlynck, J. van den Broeck, L. Albrechts, F. Moulaert, and A. Verhetsel. New York: Routledge, 52–78.
- Christaller, W. 1933 (2009). *Die zentralen Orte in Suddeutschland*. Vienna: wbg Academic.
- Diamond, J. 2019. *Upheaval: How Nations Cope with Crisis and Change*. UK: Random House.
- Healey, P. 1997. "The revival of strategic spatial planning in Europe," in *Making Strategic Spatial Plans: Innovation in Europe*, ed. by P. Healey, A. Khakee, A. Motte, and B. Needham. London: UCL Press.
- Healey, P. 2004. "The treatment of space and place in the new strategic spatial planning in Europe," in *International Journal of Urban and Regional Research*, 45–67. <https://doi.org/10.1111/j.0309-1317.2004.00502.x>.
- IPSS (National Institute of Population and Social Security Research) 2014. "Chapter 1 Overview of Population Trends in Japan," in *Social Security in Japan 2014*. <http://www.ipss.go.jp/s-info/e/ssj2014/001.html> (May 22, 2020).
- IPSS 2017. *Population Projections for Japan (2017): 2016 to 2065*. <https://bit.ly/3buXAW2> (May 22, 2020).
- Kaneko, H., and N. Kiuchi 2018. "National Grand Design and Spatial Policy in Depopulating Period," in *KRIHS 36th Anniversary International Seminar*, 6–38. <http://www.nilim.go.jp/lab/jbg/depopulation/others/natgradesspapol.pdf> (May 12, 2020).
- Kidokoro, T., H. Noboru, L.P. Subanu, J. Jessen, A. Motte, and E.P. Seltzer (eds.) 2008. *Sustainable City Regions: Space, Place and Governance*. Japan: Springer.
- Kenji, O. 2008. "Challenges for a balanced and sustainable development in Japan," in *Informationen zur Raumentwicklung Heft 8*. Berlin: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung BBSR, 507–514.
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuven, and I. Banerjee (eds.) 2020. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europas*. Berlin: Springer Vieweg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-61283-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-61283-5_4).
- MLIT (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism) 2014. *Grand Design of National Spatial Development Plan towards 2050 Japan*. Tokyo. <https://www.mlit.go.jp/common/001088248.pdf> (May 22, 2020).
- MLIT 2015. *National Spatial Strategy (National Plan)*. Tokyo: Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. <https://www.mlit.go.jp/common/001127196.pdf> (Apr 13, 2020).
- MLIT 2017. *Autonomous Vehicle Services in the Mountainous Regions around Roadside Stations (michino-eki)*. Tokyo. <https://www.mlit.go.jp/common/001178887.pdf> (Apr 19, 2020; in Japanese).

- MLIT 2019. *Interim Report on Autonomous Vehicle Service in the Mountainous Regions around Roadside Stations*. Tokyo. <https://bit.ly/30tPrei> (Apr 19, 2020; in Japanese).
- Moulaert, F., A. Rodriguez, and E. Swyngedouw 2003. *The Globalized City: Economic Restructuring and Social Polarization in European Cities*. Oxford: Oxford University Press.
- OECD 2012. *Compact City Policies: A Comparative Assessment*, OECD Green Growth Studies. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264167865-en>.
- OECD 2015. *Compendium of Productivity Indicators*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b2774f97-en>.
- OECD 2016a. *OECD Territorial Reviews: Japan*. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264250543-en>.
- OECD 2016b. *OECD Territorial Reviews: Japan Policy Highlights*. Paris: OECD Publishing. <https://www.oecd.org/regional/regional-policy/Japan-Policy-Highlights.pdf> (Apr 13, 2020).
- Oosterlynck, S., J. van den Broeck, L. Albrechts, F. Moulaert, and A. Verhetsel (eds.) 2011. *Strategic Spatial Projects: Catalysts for Change*. New York: Routledge
- Population Reference Bureau 2018. *Which country has the oldest population? Based on Aging Demographic Data Sheet 2018 of International Institute for Applied System Analysis IIASA*. Washington: Population Reference Bureau. <https://bit.ly/38oAIFM> (May 25, 2020).
- Roland Berger 2018. *Reconnecting the Rural: Autonomous Driving as a solution for non-urban mobility*. Munich: Roland Berger. <https://www.rolandberger.com/de/Publications/Reconnecting-the-rural-Autonomous-driving.html> (Dec 14, 2019).
- Reuters Graphics 2019. *Going Grey*. <https://graphics.reuters.com/JAPAN-AGING/010091PB2LH/index.html> (May 18, 2020).
- Sassen, S. 1991. *The Global City: New York, London, Tokyo*. New York: Princeton University Press.
- Schlappa, H., and W. J. V. Neill 2013. *From Crisis to Choice: Re-Imagining the Future in Shrinking Cities*. Saint-Denis: URBACT. <https://bit.ly/3qyLv6o> (Jul 23, 2020).
- SIP 2017. *What is the Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program?* [https://www8.cao.go.jp/cstp/panhu/sip\\_english/5-8.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/panhu/sip_english/5-8.pdf) (May 2, 2020).
- SIP-adus 2019a. "SIP-adus Workshop 2019." <https://en.sip-adus.go.jp/evt/workshop2019/> (May 2, 2020).
- SIP-adus 2019b. *2nd Phase of SIP-adus Project Reports 2014–2018*. <http://en.sip-adus.go.jp/rd/> (May 2, 2020).
- Swyngedouw, E., F. Moulaert, and A. Rodriguez 2002. "Neoliberal Urbanization in Europe: Large-Scale Urban Development Projects and the New Urban Policy," in *Antipode* (34) 3, 542–577. <https://doi.org/10.1111/1467-8330.00254>.
- Toshihiko, H. 2015. *A Shrinking Society: A Post-Demographic Transition in Japan*. Japan: Springer.
- Warren, T. 1930. *Population Problems*. New York: McGraw Hill. <https://doi.org/10.2307/1229783>.
- Webb, J. 2017. "Book Review: Japan's Population Implosion," *Tokyo Review*, May 2, 2018. <https://www.tokyoreview.net/2018/05/japans-population-implosion/> (May 2, 2020).

**Open Access** This article is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence and indicate if changes were made.

The images or other third party material in this article are included in the chapter's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the chapter's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.





# 14 Ansätze integrierter strategischer Planung für automatisierte Mobilität im Kontext der Mobilitätswende

Fallstudie im suburbanen und ländlichen Raum Wien/Niederösterreich

Mathias Mitteregger, Daniela Allmeier, Lucia Paulhart, Stefan Bindreiter

<b>1.</b>	<b>Die Gestaltung der Mobilitätswende mit automatisierten und vernetzten Fahrzeugen</b>	<b>270</b>
<b>2.</b>	<b>Stand der Entwicklung von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen</b>	<b>271</b>
2.1	Evolution statt Revolution durch automatisierte Mobilität: das Lange Level 4	272
2.2	Anwendungen automatisierter und vernetzter Fahrzeuge	273
<b>3.</b>	<b>Nachhaltige Mobilitäts- und Siedlungsentwicklung in ländlichen Räumen</b>	<b>274</b>
3.1	Angestrebte Reduktion der CO <sub>2</sub> -Emissionen im Verkehrssektor in Österreich	275
3.2	Der Beitrag automatisierter und vernetzter Fahrzeuge	275
3.3	Die besondere Position ländlicher Räume	275
<b>4.</b>	<b>Vorgangsweise und Hypothesen zu Konzepten strategischer Planung in vier Raumtypen</b>	<b>277</b>
4.1	Vorgehen und Bearbeitung der Planungskonzepte	277
4.2	Wahl der Raumtypen und der Beispielgemeinden	278
<b>5.</b>	<b>Zukunftskonzepte integrierter Mobilitäts- und Siedlungsentwicklung</b>	<b>281</b>
5.1	Wiener Süden (Raumtyp A)	282
5.2	Mistelbach (Raumtyp B)	288
5.3	Ebreichsdorf (Raumtyp C)	294
5.4	Bad Schönau (Raumtyp D)	301
<b>6.</b>	<b>Conclusio</b>	<b>306</b>
	<b>Literatur</b>	<b>307</b>
	<b>Anhang</b>	<b>310</b>

---

Mathias Mitteregger  
TU Wien, future.lab Research Center  
mathias.mitteregger@tuwien.ac.at

Daniela Allmeier  
TU Wien, future.lab Research Center  
daniela.allmeier@tuwien.ac.at

Lucia Paulhart  
TU Wien, future.lab Research Center  
lucia.paulhart@tuwien.ac.at

Stefan Bindreiter  
TU Wien, simlab und Forschungsbe-  
reich Örtliche Raumplanung (IFOER)  
stefan.bindreiter@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und  
planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_14)

# 1. DIE GESTALTUNG DER MOBILITÄTSWENDE MIT AUTOMATISIERTEN UND VERNETZTEN FAHRZEUGEN

Mit der vorliegenden Studie wird das Ziel verfolgt, konkrete Einsatzmöglichkeiten von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen im Kontext der notwendigen Mobilitätswende exemplarisch aufzuzeigen. Spezifischer geht es darum, Konzepte der strategischen Planung für ausgewählte Kommunen und Regionen in der Metropolregion Wien/Niederösterreich vorzustellen und zu diskutieren. Diese strategischen Planungskonzepte wurden als eine Ergänzung zu den vorwiegend noch abstrakten und generischen Gestaltungsansätzen bzw. Handlungsfeldern entwickelt. Sie sind das Ergebnis eines transdisziplinär angelegten Prozesses: PlanerInnen sowie ForscherInnen haben gemeinsam mit AkteurInnen der Politik und Verwaltung aus den gewählten Kommunen und Regionen sowie mit ExpertInnen im Bereich der automatisierten und vernetzten Mobilität in Fokusgruppen gearbeitet. Als Ergebnis liegen nun mehrstufige strategische Planungsansätze vor, mit denen das Ziel verfolgt wird, automatisierte und vernetzte Fahrzeuge (avF) als eine attraktive Alternative zum motorisierten Individualverkehr (MIV) zu etablieren.

Eine strukturierte, proaktive (und vorerst immer noch spekulative) Beschäftigung mit dieser Technologie vonseiten der Mobilitäts- und Siedlungsplanung ist dringend notwendig. Das zeigt der Blick auf die umfassenden Initiativen, die in diesem Bereich gesetzt werden. Weltweit werden avF intensiv getestet (siehe hierzu die Beiträge in Teil I „Mobilität und Verkehr“ und Teil IV „Governance“ in diesem Band). Zudem werden in Europa bereits die rechtlichen Voraussetzungen für den Einsatz dieser Technologie im Regelbetrieb geschaffen (Kugoth 2020).

Der Schritt von der Testumgebung in den Alltag dürfte allerdings noch dauern und die anfängliche Euphorie ist zumindest bei einigen ExpertInnen mittlerweile deutlich gebremst. Die Forschung zu den möglichen Wirkungen automatisierter und vernetzter Fahrzeuge wurde in jüngerer Zeit merklich zurückhaltender (zur frühen Euphorie gegenüber „selbstfahrenden Autos“ siehe Dangschat/Stickler 2020). Interviews, die mit ExpertInnen in ganz Europa durchgeführt wurden, bestätigen diese gedämpfte Erwartungshaltung: Ein positiver Beitrag dieser Technologie zur Mobilitätswende wird nur dann für möglich gehalten, wenn die Politik deren Einsatz gezielt und von Beginn an steuert. Wie dieses Steuern allerdings aussehen soll, bleibt noch völlig unklar (Lenz/Fraedrich 2015; Mitteregger et al. 2020: 33–45).

Diese wachsenden Zweifel sind jedoch in der Technologieentwicklung und -förderung bislang kaum wahrnehmbar. Auf der ganzen Welt unterstützen Ministerien die Forschung und Entwicklung in diesem Bereich. In der EU werden automatisierte Fahrzeuge als Schlüssel zu einem „digital single market“ gesehen (Buchholz et al. 2020); Die Technologieentwicklung wird gezielt gefördert, der als notwendig erachtete Infrastrukturausbau sowie Standardisierungsinitiativen und die Anpassung von Gesetzen werden vorangetrieben (STRIA 2019; zur Kritik und Rezeption am Beispiel Deutschlands vgl. Dangschat 2020b und der Niederlande vgl. Manders/Klaasen 2020). Die einzigen zwei Bereiche, in denen bislang aktiv ein steuernder Rahmen gesetzt wurde, sind Cybersecurity und allgemeine Haftungsfragen (Taeihagh/Lim 2019).

Nur wenn es mit Hilfe der neuen Technologien gelingt, das selbstgenutzte Auto als dominantes Verkehrsmittel des 20. Jahrhunderts abzulösen, kann ein wesentlicher Beitrag zur Verkehrs- und Mobilitätswende erreicht werden. Die Entwicklung des automatisierten und vernetzten Verkehrs (avV) sollte also genutzt werden, um den ökologischen, sozialen und ökonomischen Herausforderungen gezielt zu begegnen. Es geht also nicht darum, die disruptive Entwicklung

der avF zu fördern, sondern eine Mobilitätswende, die zu einem Teil von Automatisierung und Vernetzung des Verkehrs getragen wird, zu gestalten, fördern und begleiten.

Auch hierfür wurden in Europa schon Schritte gesetzt. Im Jahr 2019 wurden die von der Europäischen Kommission veröffentlichten Planungsstrategien für nachhaltige Mobilitäts- und Siedlungsentwicklung (Sustainable Urban Mobility Plans – SUMP; Wefering et al. 2013) mit dem Blick auf die fortschreitende Automatisierung und Vernetzung des Verkehrs überarbeitet (Backhaus et al. 2019). Zudem existieren Entwürfe und spekulative Designs, die den Einsatz – wenngleich noch sehr optimistisch – „selbstfahrender“ Autos in Städten zum Gegenstand haben (u. a. Harrouk 2020, Ratti et al. 2020).

In der Verkehrstechnik wurden Konzepte für einen differenzierten Einsatz entwickelt. Hier existieren bereits exemplarische Netzplanungen für automatisierte Mobilitätsservices (Madadi et al. 2019), die nur Teile des Straßenverkehrsnetzes nutzen und an Entwürfe von Personal Rapid Transit (PRT)-Netzwerken aus den 1960er Jahren erinnern (McDonald 2012). Was aktuell noch fehlt, sind integrierte Planungsansätze für eine integrierte Siedlungs- und Mobilitätsplanung, die in konkreten verkehrlich-räumlichen Konstellationen Möglichkeiten und Bedingungen sichtbar machen, wie automatisierte und vernetzte Fahrzeuge einen Beitrag zur Mobilitätswende leisten können – vor allem in ländlichen Räumen.

Die Herausforderungen dieser Aufgabe sind enorm. Es ist unwahrscheinlich, dass eine Stadt oder Region in Europa die Gestaltung eines zunehmend von Automatisierung und Vernetzung geprägten Mobilitätssystems im Alleingang leisten kann. Zu verwoben sind die Zuständigkeiten, weil etwa die Regelungen für den Straßenverkehr auf Bundesebene liegen. Die Aufgaben und Themenfelder sind so komplex, dass sie wohl kaum mit bestehenden Ressourcen adäquat erschlossen werden können. Wenn dieses neue Mobilitätssystem in Einklang mit den bestehenden Zielen der Mobilitätswende gebracht werden soll, müssten unterschiedliche verkehrspolitische Ebenen, neue und alte AkteurInnen auf den (urbanen) Mobilitätsmärkten, in Institutionen und Verwaltungseinheiten intensiv kooperieren. Dies ist eine der zentralen Forderungen der Transformationsforschung (Wittmayer/Hölscher 2017).

Die integrierte Entwicklung von Raum und Mobilität müsste – Jahrzehnte, nach denen diese Forderung immer wieder geäußert wurde – endlich umgesetzt werden. Eine unkontrollierte Entwicklung, die zusätzlichen Verkehr induziert und damit mehr Boden verbraucht, Emissionen ausweitet und Gefährdungen mit sich bringt – wie das Auto seit etwa 100 Jahren – kann sich die Menschheit am Beginn des 21. Jahrhunderts nicht mehr leisten.

## **2. STAND DER ENTWICKLUNG VON AUTOMATISIERTEN UND VERNETZTEN FAHRZEUGEN**

Am Beginn der vergangenen Dekade bekam die Technologie von selbstfahrenden Fahrzeugen enorme mediale Aufmerksamkeit. Getrieben wurde der Hype durch das geweckte Interesse von IT-Unternehmen am Mobilitätssektor. Da diese AkteurInnen andere Geschäftsmodelle zugrunde legten, gelang es ihnen, technologische und organisatorische Innovationen umzusetzen und damit den Aufruhr zu befeuern. Die in dieser Zeit entstandenen Fahrdienstleister (Uber, Lyft, Bolt etc.), zahlreiche Sharing-Anbieter für Fahrräder, E-Scooter und das etwas länger bestehende Car-Sharing gehören nun zum Stadtbild vor allem größerer Städte. Die-

se Welle aus Euphorie und Verunsicherung hat die Erwartungen gegenüber automatisierten und vernetzten Fahrzeugen geformt. Doch nun haben sich die Hoffnungen auch aufseiten der Technologieentwickler relativiert: Ein revolutionäres Szenario, in dem es einem Marktakteur gelingt, ein vollautomatisiertes Fahrsystem zu produzieren, das allen von Menschen gemeisterten Fahrsituationen gewachsen ist, wird heute weitestgehend ausgeschlossen (vgl. Beiker 2015, Shladover 2018, Mitteregger et al. 2020).

Von den großen Hoffnungen zeugen viele damals formulierte Textpassagen in Politik- und Strategiepapieren zur nachhaltigen Mobilität, die aus heutiger Sicht Stück für Stück geprüft werden müssen (u. a. STRIA 2019; Kirchengast et al. 2019: 58). Die angenommenen positiven Effekte, wie etwa die Rückgewinnung von Teilen des Straßenraums durch frei werdende Parkplatzflächen, die Reduktion von Fahrzeugen im Straßenraum durch eine Zunahme von Car- und Ride-Sharing oder eine gesteigerte Verkehrssicherheit durch die kognitive Überlegenheit maschinellen Lernens, geringerer Energieverbrauch durch eine effizientere Fahrweise sowie der erweiterte Kontext der serviceorientierten Mobilität (Mobility as a Service – MaaS) stehen aus heutiger Sicht allesamt zur Debatte (Dangschat 2019, 2020a; Dangschat/Stickler 2020; Soteropoulos et al. 2019; Mueller et al. 2020; Pangbourne et al. 2020).

Nach wie vor existieren automatisierte und vernetzte Fahrzeuge weitestgehend erst in Form von Konzepten. Deswegen kommt zum heutigen Entwicklungsstand von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen eine Studie wie diese nicht ohne eine Reihe von ungesicherten Hypothesen aus. Die hier getroffenen Annahmen werden im Folgenden Abschnitt offengelegt und argumentiert.

## **2.1 EVOLUTION STATT REVOLUTION DURCH AUTOMATISIERTE MOBILITÄT: DAS LANGE LEVEL 4**

Die heutige Einschätzung der technologischen Herausforderungen in der Entwicklung automatisierter Fahrzeuge macht eine längere Übergangsphase wahrscheinlich. Für diese Zeit des Übergangs haben wir an anderer Stelle den Begriff des „Langen Level 4“ geprägt, womit wir den „sich schrittweise vollziehende[n] Prozess über mehrere Jahrzehnte“ meinen, „währenddessen nur Teile des Straßennetzes automatisiert befahren werden können und herkömmliche Verkehrsmittel weiter eine wesentliche, aber spezialisiertere Rolle spielen“ (Mitteregger et al. 2020: IX).

Während der Durchsetzung von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen im Kontext eines Langen Level 4 können negative Effekte stärker und vorgelagert auftreten. Das liegt vor allem darin begründet, dass sich jene Teile des Straßennetzes, die bereits heute vorwiegend auf das Auto ausgerichtet sind, früher für den Einsatz automatisierter Fahrsysteme eignen dürften (Shladover 2018; Mitteregger et al. 2020: 81–84; Soteropoulos et al. 2020). Die Straßen, die sich als Erstes für automatisiertes Fahren eignen dürften, sind die Folge eines technologischen Paradigmas, das die Stadtentwicklung und Verkehrspolitik ab der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts geprägt hat: Sie sind ausschließlich für den motorisierten Verkehr ausgelegt, ihre Leistungsfähigkeit wird in Fahrzeugdurchsatz pro Zeiteinheit (Verkehrsstärke bzw. -menge) oder zugelassener Höchstgeschwindigkeit (km/h) gemessen.

Aus diesem Grund dürften im komplexen Straßennetz europäischer Städte und Regionen als Erstes Autobahnen und mehrspurige Schnellstraßen, dann Industrie- und Gewerbestraßen automatisiert befahrbar sein. Bei geringen Geschwindigkeiten sind automatisiertes Parken und räumlich eingeschränkte Angebote denkbar. Straßen, die mehr als nur Verkehrswege

sind, also auch als öffentliche Räume genutzt und belebt werden, überfordern bislang die Software, die Algorithmensysteme und Sensoren automatisierter und vernetzter Fahrzeuge (Shladover 2016).

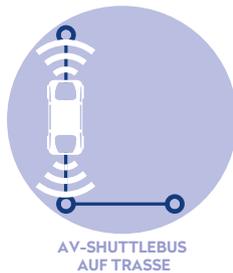
## 2.2 ANWENDUNGEN AUTOMATISIERTER UND VERNETZTER FAHRZEUGE

Während der Übergangszeit „zerfällt“ das vollautomatisierte Fahrzeug in unterschiedliche hochautomatisierte Anwendungen, die sich selbst schrittweise entwickeln und deren Staffe- lung neben der technologischen Entwicklungsdynamik durch die unterschiedliche Komplexi- tät der Fahraufgabe und die infrastrukturellen Anforderungen bedingt ist (vgl. ERTRAC 2019, Wachenfeld et al. 2015; Abb. 1). Für die Arbeit an dieser Studie werden fünf Anwendungen hochautomatisierter Fahrzeuge unterschieden, die als Grundlage in die Diskussionen der Fo- kusgruppen eingebracht wurden (Tab. 1).

**Tabelle 1:** Anwendungen automatisierter und vernetzter Fahrssysteme

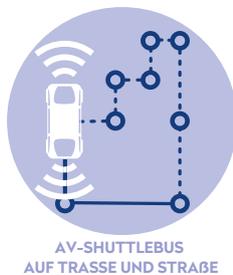
 <p style="text-align: center;">PARKPILOT</p>	<p><b>Parkpilot</b></p> <p>Beim Parkpilot (auch „automatisiertes Valet-Parken“) fährt das automatisierte Fahrzeug in eine nahe oder auch entfernte Parkposition bzw. kommt von dieser zurück. Vor allem im Kontext von Park-and-ride-Systemen (an Flughäfen oder Bahnhöfen) werden derartige Systeme diskutiert bzw. sind sie in näher Zukunft wahrscheinlich. Ein solches System macht es möglich, schon vor dem eigentlichen Wechsel des Verkehrsmittels (z. B. aus dem Zug), ein Fahrzeug in eine dafür vorgesehene „Pick-up-/Drop-off Area“ zu rufen oder dort abzugeben. Ein weiteres Anwendungsfeld sind die weitläufigen Parkplatzflächen für Shopping- oder Fachmarktzentren. Auch Car-Sharing-Fahrzeuge könnten hiervon profitieren. Zudem werden Potentiale hinsichtlich des Ladens von batterieelektrischen Fahrzeugen gesehen.</p>
 <p style="text-align: center;">AREALPILOT</p>	<p><b>Arealpilot</b></p> <p>Arealpiloten sind auf den Einsatz innerhalb eines beschränkten, meist nicht öffentlichen Geländes ausgelegt. Bekannte Beispiele existieren schon seit gut einem Jahrzehnt, wie etwa Schwerlastfahrzeuge in Hafensarealen, in Minen oder automatisierte Erkundungsfahrzeuge, die für Sicherungsaufgaben von militärischen Einrichtungen eingesetzt werden. Durch verbesserte Sensorik werden neue Einsatzfelder und Einsatzorte erschlossen: Es existieren zahlreiche Unternehmen die mobile Liefer- und Sicherheitsroboter für den Einsatz auf Arealen von Universitäten, Freizeit- und Gewerbeparks, Bahnhöfen oder Einkaufszentren entwickeln bzw. bereits einsetzen. Die bekannteste Anwendung in diesem Kontext ist das Testareal von Waymo in Vorstädten um Phoenix in Arizona.</p>
 <p style="text-align: center;">AUTOBAHNPILOT</p>	<p><b>Autobahnpiilot</b></p> <p>Beim Autobahnpiiloten übernimmt das System auf Autobahnen oder autobahnähnlichen Schnellstraßen die Fahraufgabe. Die Entwicklung von Autobahnpiiloten wird vor allem von Fahrzeugherstellern vorangetrieben und kann auch als ein aktives Sicherheitssystem gesehen werden. Diese Anwendung ist nicht auf den Individualverkehr beschränkt, sondern auch für Lkw, Nutzfahrzeuge (etwa des Streckendienstes) oder für Fernbusse möglich. Insbesondere für Lkw werden häufig speziell gestaltete Fahrstreifen diskutiert, um die Anforderungen an das Fahrssystem weiter zu reduzieren.</p>

### Av-Shuttlebus auf Trasse



Automatisierte Fahrsysteme, die auf speziell ausgebauten Trassen eingesetzt werden, existieren seit mehreren Jahrzehnten. Hierzu zählen PRT-Systeme auf Flughäfen (etwa Heathrow) oder auf der letzten Meile zur Erschließung von Bürostandorten (Rivium nahe Rotterdam). Automatisierte Shuttles auf Trassen sind nicht eindeutig von Shuttles auf öffentlichen Straßen zu trennen. Es ist davon auszugehen, dass automatisierte Shuttles zunächst nur auf ausgewählten, definierten und freigegebenen sowie gekennzeichneten und geschützten Routen bzw. Strecken (und Fahrbahnen) fahren und an definierten Haltestellen stehen bleiben. Sie können in diesen Bereichen ohne FahrerIn operieren, werden aber ähnlich wie in der Luftfahrt von einer Leitwarte durch LotsInnen überwacht und können gegebenenfalls deaktiviert werden. Aus technischer Sicht ist dementsprechend auch die Grenze zum Arealpiloten eine fließende.

### Av-Shuttlebus auf öffentlichen Straßen



Automatisierte Shuttlebusse werden aktuell vor allem von öffentlichen Verkehrsunternehmen getestet (siehe Beitrag 6 von Soteropoulos et al. in diesem Band). Der Betrieb ohne SicherheitsfahrerIn steht allerdings noch aus. Getestet werden die automatisierten Shuttles vor allem als mögliche Zubringer für den U- und S-Bahn-Verkehr und damit als Ergänzung zum öffentlichen Verkehr (ÖV), beispielsweise im suburbanen Raum. Das mögliche Einsparen der Personalkosten sowie der flexiblere Einsatz soll für die Wirtschaftlichkeit dieses Angebots sorgen.

Quelle: Mitteregger et al. (2020), Kyriakidis et al. (2019), Shladover (2018), Perret et al. (2017), Wachenfeld (2015)

## 3. NACHHALTIGE MOBILITÄTS- UND SIEDLUNGSENTWICKLUNG IN LÄNDLICHEN RÄUMEN

Die verkehrspolitische Zielsetzung ist klar: Angesichts der globalen Klimakrise muss sich die Mobilität grundlegend wandeln – und das aufgrund der Versäumnisse der Vergangenheit innerhalb kurzer Zeit. Der Verkehrssektor hat bislang in der EU keinen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen geleistet. Im Gegenteil: Die Emissionen stiegen seit 1990 extrem (mit einem „Kick“ zwischen 2005 und 2015) und gleichfalls bleiben die Prognosen düster (IEA 2020). Die Rahmenbedingungen, unter denen eine Mobilitätswende gelingen kann, sind allerdings schon lange bekannt. Schon seit den 1970er Jahren (vgl. Schwedes 2017) formulierten WissenschaftlerInnen und AktivistInnen Varianten einer Strategie, die mit den „drei Vs“ zusammengefasst wird:

- Verkehr muss **vermieden** werden.
- Zurückgelegte Wege müssen **verlagert** werden – vom Individualverkehr hin zum Umweltverbund (Zufußgehen, Radfahren und öffentlicher Verkehr) bzw. auf emissionsfreie Fahrzeuge.
- Und schließlich muss sichergestellt sein, dass die Aufenthaltsqualität der Straße **verbessert** wird. Innerorts müssen Straßen deutlich besser als heute als öffentliche Räume funktionieren (zur Differenzierung Antriebs-, Verkehrs-, Mobilitätswende siehe Beitrag 4 von Manderscheid in diesem Band).

### **3.1 ANGESTREBTE REDUKTION DER CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN IM VERKEHRSSSEKTOR IN ÖSTERREICH**

Der Weg zu mehr ökologischer Nachhaltigkeit im Verkehrssektor besteht immer noch hauptsächlich in Form von Zielen. Die möglichen Wege dorthin zeichnen sich in der EU und ihren Mitgliedsstaaten, wenn überhaupt, erst schemenhaft ab. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen – gegenüber dem Ausstoß von 55 Prozent 1990 – reduziert werden (European Commission 2020). Ab 2050 soll Europa der erste „klimaneutrale Kontinent“ sein – ein Ziel, zu dessen Erreichung finanzielle Mittel in Höhe von einer Billion Euro mobilisiert werden (Europäische Kommission 2019). Aus dem Sektor Verkehr sollen in der EU bis 2050 netto keine weiteren Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen. Die Wirtschaftlichkeit und soziale Gerechtigkeit eines solchen Wandels werden hierbei betont. Die aktuellen politischen Zielsetzungen in Österreich gehen sogar weiter: Bis 2040 soll Österreich klimaneutral sein und damit „in Europa zum Vorreiter für Klimaschutz werden“ (Die österreichische Bundesregierung 2020).

Derart langfristige Ziele wurden von der Transformationsforschung immer wieder gefordert. Allerdings bleibt angesichts eines global begrenzten CO<sub>2</sub>-Budgets fraglich, ob die im Pariser Abkommen festgesetzte durchschnittliche globale Erwärmung von 1,5 bzw. 2° C bis dahin nicht schon lange überschritten sein wird. Für 1,5° C ist das zur Verfügung stehende Kontingent bei gleichbleibenden Emissionen etwa 2027 verbraucht; für 2° C wäre dies im Jahr 2045 der Fall (IPCC 2018).

Im Verkehrssektor werden in Österreich rund ein Viertel der Treibhausgasemissionen freigesetzt (Umweltbundesamt 2019). Blickt man auf die vom Emissionshandel ausgenommenen Treibhausgase, ist der Verkehr mit 46 Prozent sogar das bei Weitem stärkste Segment. Auch in Österreich zeigt sich das gleiche Bild wie auf EU-Ebene: Während in den vergangenen Jahren sichtbare Reduktionen in allen anderen Sektoren – von der Bau- bis zur Landwirtschaft – erreicht werden konnten, sind im Verkehrssektor sogar Emissionszuwächse zu verzeichnen. Die spezifische Zielsetzung für den Verkehrssektor in Österreich ist, bis 2030 die jährlichen Emissionen um 7,2 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> auf 15,7 Millionen Tonnen zu reduzieren (aktueller Stand: 22,9). Angesichts der Emissionszuwächse der vergangenen Jahrzehnte würde dies bedeuten, dass der Ausstoß von 1991 wieder erreicht werden müsste (Kirchengast et al. 2019).

### **3.2 DER BEITRAG AUTOMATISIERTER UND VERNETZTER FAHRZEUGE**

In Abbildung 1 (siehe folgende Seite) wird die erwartete Marktverfügbarkeit von unterschiedlichen Anwendungen automatisierter Fahrzeuge mit den angestrebten Emissionsreduktionen der Europäischen Union gegenübergestellt. Gemeint ist explizit die prinzipielle Verfügbarkeit einer Anwendung und nicht deren breite Diffusion in der Gesellschaft.

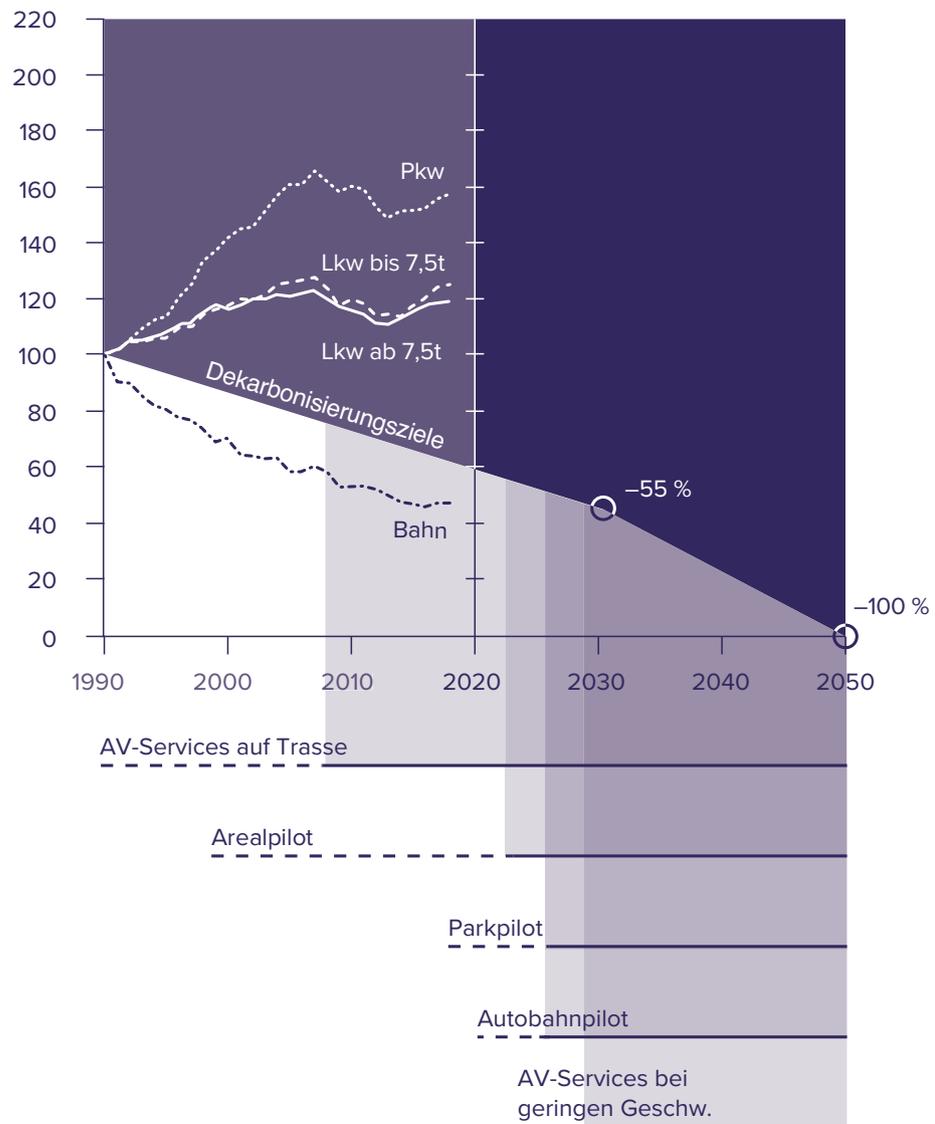
### **3.3 DIE BESONDERE POSITION LÄNDLICHER RÄUME**

Es wird immer wieder betont, dass sich die Herausforderungen der Verkehrs- und Mobilitätswende in urbanen und ländlichen Gebieten grundlegend unterscheiden (VCÖ 2016, Rudolph et al. 2017, Canzler et al. 2018). Es sollte nicht vergessen werden, dass dieser Zustand zu guten Teilen hausgemacht ist: Neben dem sektoralen Umbau der Volkswirtschaften in Europa und den damit verbundenen gesellschaftlichen Folgen sind es die verkehrs- und siedlungspolitischen Entscheidungen der vergangenen Jahrzehnte, die den heutigen Zustand ausmachen (Sieverts 2018). In der „Fläche“ fehlen heute attraktive Alternativen zum Pkw, weil der schienengebundene öffentliche Verkehr dort „eingespart“ wurde, während deren weitere Ausdehnung von der

Siedlungspolitik toleriert bzw. durch Anreize auf kommunaler und nationaler Ebene sogar intensiviert wurde (u. a. durch Anreize für Neuausweisung von Bauland durch den Finanzausgleich, Eigenheimförderung, Pendlerpauschale). In weitläufigen Gemeinden zeugen nun „Bahnstraßen“, denen allerdings der Bahnhof verloren ging, von dieser Entwicklung (z. B. Poysdorf, Niederösterreich). An jenen Orten, wo in der jüngeren Vergangenheit die „drei Vs“ mit umgekehrten Vorzeichen etabliert wurden, ist heute die Verkehrswende um ein Mehrfaches schwieriger.

Der Verkehrsclub Österreich (VCÖ) hält fest, dass 70 Prozent der Bevölkerung Österreichs außerhalb der Großstädte leben und diese Gebiete für fast 80 Prozent der Treibhausgasemissionen in der Personenmobilität verantwortlich sind (vgl. VCÖ 2019: 2). Daher sind Mobilitätsalternativen im suburbanen und ländlichen Raum für die Dekarbonisierung des Verkehrs jedenfalls gefordert.

**Abbildung 1:** Notwendige Reduktion des Treibhausgasausstoßes im Verkehrssektor in der Europäischen Union (Transport & Environment 2020) und Durchsetzung unterschiedlicher av-Services.



Quelle: eigene Darstellung nach ERTRAC (2019), Kyriakidis et al. (2019) und Perret et al. (2017)

## 4. VORGANGSWEISE UND HYPOTHESEN ZU KONZEPTEN STRATEGISCHER PLANUNG IN VIER RAUMTYPEN

Anhand von vier thematisch ausgewählten Raumtypen werden in der Folge strategische Planungsansätze wiedergegeben, die in einem transdisziplinären Prozess entwickelt wurden. Die oben beschriebenen Aufgaben im Rahmen einer nachhaltigen Mobilitätswende in ländlichen Räumen dienen als Basis, die zu konkreten verkehrlich-räumlichen Herausforderungen in den jeweiligen Betrachtungsgebieten verdichtet wurden. In Fokusgruppen wurden mehrstufige Entwicklungsstrategien erarbeitet, um möglichst große Teile der Siedlungsfläche in den Raumtypen mit ÖV-ähnlichen Angeboten zu versorgen und so attraktive Alternativen zum Pkw zu etablieren. Die Planungsansätze sind integriert, d. h. verkehrliche Fragestellungen werden nicht nur verkehrlich beantwortet. Der Anreiz des „Neuen“ bei automatisierten und vernetzten Mobilitätsservices soll genutzt werden, nicht um die Akzeptanz von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen an sich zu erhöhen, sondern um die Akzeptanz gegenüber der für die Verkehrs- und Mobilitätswende notwendigen Maßnahmen zu steigern. Dies kann vor allem an jenen Orten entscheidend sein, an denen Menschen mangels echter Alternativen von verkehrspolitischen Entscheidungen auf nationaler Ebene (z. B. Erhöhung von Treibstoffpreisen) besonders hart getroffen sind.

### 4.1 VORGEHEN UND BEARBEITUNG DER PLANUNGSKONZEPTE

Im Zuge mehrerer Workshops wurden konkrete Räume im Umland Wiens ausgewählt, die in der weiteren Bearbeitung als prototypische verkehrlich-räumliche Konstellationen verstanden werden. Nach der erfolgten Auswahl wurden aktuelle Planungsdokumente und Strategiepapiere gesichtet sowie geographische und demographische Informationen eingeholt, um die aktuelle Ausgangslage in den gewählten Raumtypen zu erfassen. Auf Basis der in der Vorgängerstudie entwickelten Handlungsfelder (Mitteregger et al. 2020: 145–162) wurden Hypothesen für Entwicklungspotentiale dieser Raumtypen formuliert. Sowohl die Einschätzung der Ausgangslage als auch der Potentiale wurden in Fokusgruppen mit StakeholderInnen aus den Gemeinden, Regionen und des Landes Niederösterreich sowie mit ExpertInnen im Bereich automatisierter und vernetzter Mobilität diskutiert und überarbeitet. Die technologischen Möglichkeiten von Automa-

**Abbildung 2:** Arbeit während der Fokusgruppen mit lokalen ExpertInnen im Herbst 2019 in Wien.



Fotos: Lena Hohenkamp

tisierung und Vernetzung des Verkehrs während des Betrachtungshorizonts der Studie wurden für den Workshop auf Basis von Literatur zusammengefasst und aufbereitet (siehe Abb. 2 & 3).

Aufbauend auf den Ergebnissen der Fokusgruppen (siehe Übersicht der Teilnehmenden Abb. A1 im Anhang) wurden strategische Planungsansätze konkretisiert, die jeweils einen mehrstufigen Entwicklungsprozess vorsehen und als Narrationen in Abschnitt 5 vorgestellt werden. Wo dies sinnvoll und machbar erschien, wurde die Wirkung der gesetzten Planungsschritte qualitativ und quantitativ evaluiert. Aufgrund der Einschränkungen während der Covid-19-Pandemie im Frühjahr und Sommer 2020 konnte der geplante zweite Stakeholderworkshop nicht stattfinden. Das Feedback der ExpertInnen wurde auf Basis einer Rohfassung des vorliegenden Textes eingearbeitet.

**Abbildung 3:** Mittels im Vorfeld aufbereiteten Unterlagen wurde in den Fokusgruppen mit räumlichem Bezug gearbeitet und diskutiert.



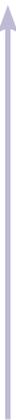
Foto: Lena Hohenkamp

## 4.2 WAHL DER RAUMTYPEN UND DER BEISPIELGEMEINDEN

Zur Systematisierung der Betrachtungsgebiete wurde auf die Typologie von Matthes und Gertz (2014) zurückgegriffen. Mit dieser Typologie wird explizit berücksichtigt, wie sehr ein Alltag an jeweiligen Standorten auch ohne Auto möglich ist. Sie zeichnet sich darüber hinaus durch eine gute Übertragbarkeit aus und wurde auf einer breiten empirischen Basis entwickelt (Tab. 2).

Die Auswahl wurde thematisch mit dem Fokus auf die Fragestellungen des Langen Level 4 getroffen. Gezielt werden bekannte verkehrs- und siedlungspolitische Probleme angesprochen (siehe Tab. 4). Dabei wird versucht, unterschiedliche Anwendungen des automatisierten Fahrens als Alternativen zur „Automobilität“ zu entwickeln. In jedem der gewählten Raumtypen wurde eine zentrale Frage zugrunde gelegt (siehe Tab. 3).

**Tabelle 2:** Systematisierung, Merkmale und Hierarchie der Raumtypen in der Fallstudie

Hierarchie der Verkehrsspar-samkeit	Raumtyp-name	Beschreibung (nach Matthes/Gertz 2014)	Fallstudie
<p>weniger aufwendig</p>  <p>aufwendig</p>	<b>Stadtrand, Umlandzen-trum</b>	Die Umlandzentren und der Stadtrand sind vergleichsweise heterogene Räume. Eine Alltagsgestaltung mit möglichst wenig Pkw-Fahrten ist zwar recht gut möglich, insbesondere in Verknüpfung mit dem Rad, sie drängt sich in diesen Raumtypen aber auch nicht auf, auch weil Pkw-Restriktionen fehlen (z. B. keine Parkplatzknappheit).	<b>Wiener Süden</b> (Raumtyp A) <b>Mistelbach</b> (Raumtyp B)
	<b>ÖV-Achse</b>	Die ÖV-Achsen unterscheiden sich von der Peripherie insbesondere im Hinblick auf die ÖV- und Raderreichbarkeit von Versorgungszentren und Arbeitsplätzen. Die Alltagsgestaltung ohne oder mit nur einem Pkw je Mehrpersonenhaushalt ist hier zwar nicht bequem, aber denkbar.	<b>Ebreichsdorf</b> (Raumtyp C)
	<b>Peripherie</b>	Die Peripherie ist durch eine sehr geringe Siedlungs- und Arbeitsplatzdichte, fehlende nahräumliche Versorgung und schlechte ÖV-Erreichbarkeit von Zentren und Arbeitsplätzen gekennzeichnet. Den Alltag ohne eigenen Pkw zu gestalten, ist hier sehr aufwendig bis nicht möglich.	<b>Bad Schönau</b> (Raumtyp D)

Quelle: eigene Darstellung nach Matthes/Gertz (2014)

**Tabelle 3:** Raumtypen, Beispielräume und behandelte Fragestellung der Fallstudie

Raumtypname	Fragestellung	Fallstudie
<b>Stadtrand</b> (Raumtyp A)	Wie kann die Mobilitätswende in Industriegebieten und Gewerbestandorten am Stadtrand umgesetzt und gleichzeitig deren wirtschaftliche Entwicklung sichergestellt werden?	<b>Wiener Süden</b>
<b>Umlandzentrum</b> (Raumtyp B)	Welche Entwicklungsperspektiven bestehen für Umlandzentren, die durch automatisiertes Fahren auf Autobahnen zu Schlafstädten werden könnten?	<b>Mistelbach</b>
<b>ÖV-Achse</b> (Raumtyp C)	Welche Funktionen können automatisierte Mobilitätsdienstleistungen auf der letzten Meile entlang von hochrangigen regionalen ÖV-Achsen übernehmen?	<b>Ebreichsdorf</b>
<b>Peripherie</b> (Raumtyp D)	Können durch automatisierte Mobilitätsdienstleistungen die Mobilitätschancen der Bevölkerung in peripheren Räumen verbessert und Verkehre verlagert werden?	<b>Bad Schönau</b>

Quelle: eigene Darstellung

In der folgenden Tabelle werden exemplarische Problemlagen der unterschiedlichen Raumtypen aufgezeigt, die aus den analysierten Beispielgemeinden bzw. Untersuchungsräumen hervorgehen (vgl. Tab. 4). Daraus erschließen sich Hypothesen für potentiell im Sinne der Mobilitätswende wünschenswerte Einsatzmöglichkeiten von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen. Diese Übersicht zeigt somit auch auf, dass bestimmte Use Cases des automatisierten und vernetzten Verkehrs (vgl. Tab. 1) in Bezug auf bestimmte Problemlagen eine prioritäre Rolle einnehmen sollten.

Für die Fragestellung zu Raumtyp A wurde ein elf Gemeinden umfassender Ausschnitt des Siedlungsbands im Wiener Süden gewählt. Für Raumtyp B wird Mistelbach, eine Bezirkshauptstadt im Norden Wiens, untersucht. Der Frage zu Raumtyp C wird in Ebreichsdorf nachgegangen, wo aktuell ein neuer Bahnhof mit ausgezeichneter Verbindung nach Wien entsteht. Abschließend wird die Fragestellung zu Raumtyp D in Bad Schönau, einer kleinen Gemeinde an der Grenze Niederösterreich/Burgenland/Steiermark, als Raumtyp D untersucht (Abb. 4).

Im folgenden Abschnitt werden die während des Prozesses entwickelten strategischen Entwicklungskonzepte als Narrationen vorgestellt und im Detail betrachtet sowie unterschiedliche Transformationsstufen diskutiert. Darauf aufbauend werden konkrete Handlungsbedarfe in unterschiedlichen politisch-planerischen Kompetenzfeldern abgeleitet.

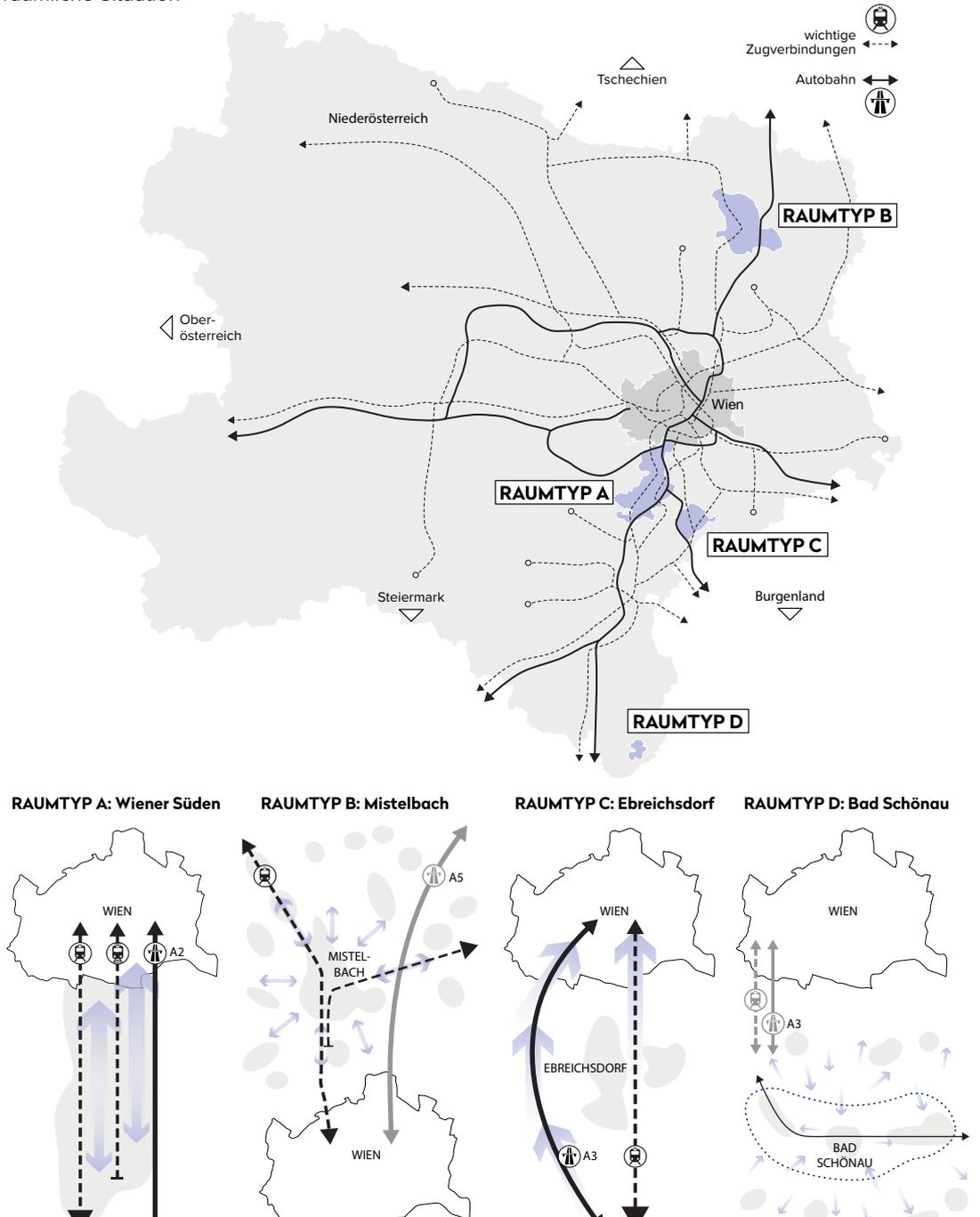
**Tabelle 4:** Raumtypen, Problemlagen und Hypothesen zu Entwicklungspotentialen unter Anwendung automatisierter und vernetzter Fahrsysteme

Fallstudie (Raumtyp)	Problemlagen (exemplarisch)	Hypothese für Entwicklungspotentiale durch Level-4-Anwendungen
<b>Wiener Süden</b> (Stadtrand)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamischer Wirtschaftsraum mit hohem Flächenverbrauch</li> <li>• Transitraum (Verkehrsströme im Umland von Metropolen)</li> <li>• Hohe Verkehrs- und Umweltbelastungen</li> <li>• Überlastung und Kapazitätsgrenzen der Infrastruktur</li> </ul>	Der Arealpilot und/oder Autobahn-pilot schafft relevante Standortkriterien für Betriebsansiedlungen und prägt neue Formen des betrieblichen Mobilitätsmanagements. Diese Areale sind wichtige Laborräume, deren Entwicklung wegweisend sein kann.
<b>Mistelbach</b> (Umlandzentrum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher Siedlungsdruck</li> <li>• Fehlende öffentliche Anbindung der umliegenden Gemeinden und Ortsteile an zentrale Funktionen im Zentrum</li> <li>• Zunehmender Pendelverkehr nach Wien seit Fertigstellung der Autobahn</li> <li>• Zersiedelung bei Wohn- und Gewerbestandorten</li> </ul>	Durch den Einsatz von automatisierten Shuttles kann die ÖV-Erreichbarkeit von zentralen Funktionen gehoben werden. Konkrete Routenplanung und eine geschickte Umnutzung bestehender Infrastrukturen sind hierfür notwendig.
<b>Ebreichsdorf</b> (ÖV-Achse)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher Siedlungsdruck</li> <li>• Anbindung des Bahnhofes an die umliegenden Stadt- und Dorfszentren (Bahnhof außerhalb des Stadtzentrums)</li> <li>• Pendelverkehr nach Wien</li> <li>• Aufgelöste Bahntrasse</li> </ul>	Lokalspezifische räumliche Gegebenheiten wie in diesem Falle die aufgelöste Bahntrasse können Fuß- und Radwege bzw. av-Erschließungsräume von morgen werden und av-Services auf Trassen ermöglichen. Die av-Services könnten in diesem Zusammenhang auch zur Stärkung der örtlichen Entwicklung genutzt werden.
<b>Bad Schönau</b> (Peripherie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unzureichende bzw. keine ÖV-Erschließung vor allem der Streusiedlungsgebiete</li> <li>• Hohe Abhängigkeit vom privaten Pkw</li> </ul>	Av-Shuttles können in Synergie mit touristischen Einrichtungen zur Optimierung der Erreichbarkeit eingesetzt werden.

Quelle: eigene Darstellung

## 5. ZUKUNTSKONZEPTE INTEGRIERTER MOBILITÄTS- UND SIEDLUNGSENTWICKLUNG

**Abbildung 4:** Verortung der Raumtypen in der Metropolregion Wien/Niederösterreich und verkehrsräumliche Situation



## 5.1 WIENER SÜDEN (RAUMTYP A)

Als „Wiener Süden“ wird hier das räumlich und funktional eng mit Wien vernetzte Siedlungsband im Süden der Stadt bezeichnet. Es schließt direkt an die Hauptstadt an und umfasst elf Gemeinden in den Bezirken Baden und Mödling. Westlich des Siedlungsbandes befindet sich der Grünraum des Wienerwalds. Östlich begrenzt das Gebiet die weitestgehend von Bebauung freigehaltene Kulturlandschaftsebene. Als südlicher Abschluss des Betrachtungsraums wurde die Gemeindegrenze zu Bad Vöslau gewählt (Abb. 5).

Aufgrund der Nähe zu Wien, der Flächenverfügbarkeiten und der guten Anbindung ist der Wiener Süden einer der dynamischsten Wirtschaftsräume Österreichs. Die historischen Orts- bzw. Stadtzentren und vor allem die Hanglagen nahe des Wienerwalds sind stark nachgefragte Wohnstandorte. Eine kontrollierte und koordinierte Siedlungsentwicklung des Siedlungsbandes stellt die zentrale Herausforderung für die Raumplanung dar. Es existieren Institutionen, die mit dieser Aufgabe befasst sind (Stadt-Umland-Management, Planungsgemeinschaft Ost, Verkehrsverbund Ost-Region); deren Handlungsspielräume sind jedoch eingeschränkt.

Der Wiener Süden ist auch ein transnationaler Transitraum und Teil des transeuropäischen Verkehrsnetzes TEN-T. Die Verkehrsströme aus dem Umland sind stark auf Wien ausgerichtet. Die Südautobahn A2 ist eine zentrale Verkehrsachse im Osten Österreichs, nach Süden in Richtung Steiermark und weiter nach Kärnten, Slowenien und Italien; nach Norden verläuft sie Richtung Bratislava und Brno. Die Trasse der Südbahn verbindet Wien mit Graz (weiter Ljubljana, Zagreb, Hafen Rijeka) bzw. Klagenfurt, Villach (Oberitalien, Hafen Triest) – und wird gerade an zwei Stellen ausgebaut – und nach Norden mit Brno und Prag. Ein drittes Verkehrsband ist ebenso strukturgebend: Die Lokalbahn Wien-Baden („Badner Bahn“) verbindet das Stadtzentrum Wiens mit der Bezirkshauptstadt Baden.

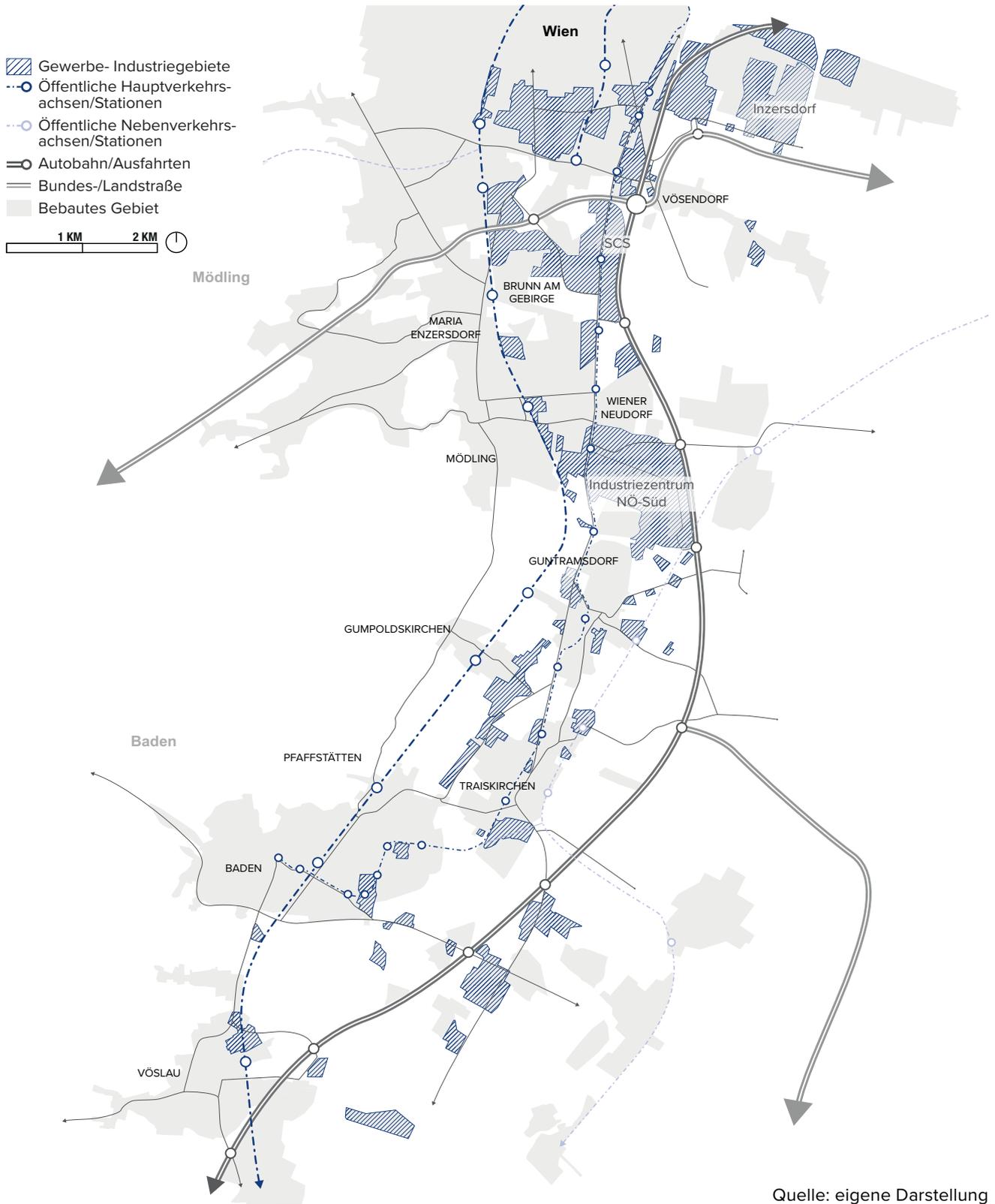
### Herausforderungen

Die historischen Zentren in diesem Raumtyp haben an Bedeutung verloren. Im Wiener Süden befinden sich die Shopping City Süd (SCS), das größte Einkaufszentrum Österreichs (192.500 Quadratmeter Verkaufsfläche, 5.000 Arbeitsplätze), und mit dem Industriezentrum Niederösterreich-Süd (IZ NÖ-Süd, 11.000 Arbeitsplätze) auch der Gewerbestandort mit der größten Wirtschaftsleistung in Österreich. Zusätzlich zum Transitverkehr erzeugen diese Standorte erhebliche Verkehrsmengen. Der stationäre Handel ist nachweislich durch den wachsenden Onlinehandel unter Druck (dies betrifft auch die Größten darunter). Händeringend wird nach Entwicklungsperspektiven gesucht. Auch an der Zukunftsfähigkeit der Gewerbestandorte wie dem IZ NÖ-Süd wird gearbeitet, das über zwei Anschlussstellen an die Südautobahn angebunden ist und über einen eigenen Güterbahnhof im Areal verfügt. Die Konkurrenz unter diesen Standorten hat erheblich zugenommen und sich durch geänderte Logistikketten internationalisiert. Der begonnene Wandel zeigt sich in einem Bedeutungsgewinn vormals „weicher Standortfaktoren“ (Gestaltqualität des Standortes, kulinarisches Angebot) und vor allem auch in der ÖV-Erreichbarkeit (vgl. IHK 2020, GVA Mödling 2016, Görgl et al. 2017, Statistik Austria 2017, 2019, SUM 2020).

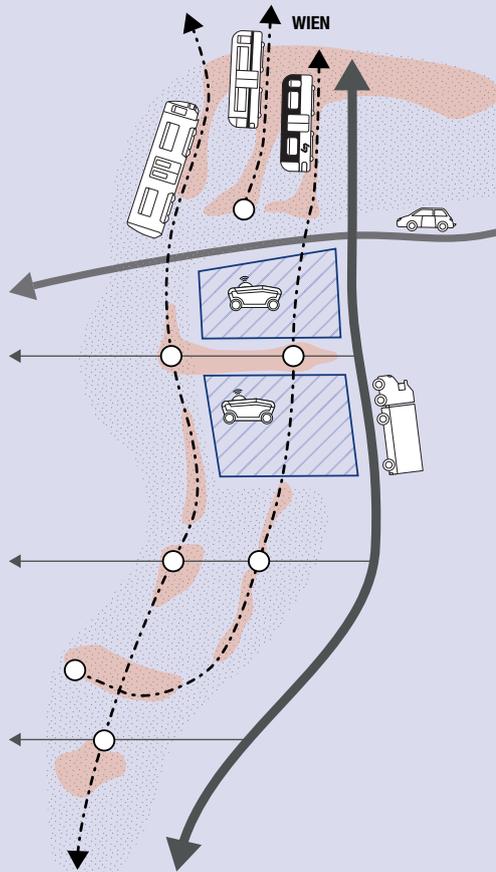
### Entwicklungsstrategie: Klare Linien

Raumtypen wie der Wiener Süden dürften unter den Ersten sein, in denen automatisierte und vernetzte Fahrzeuge eingesetzt werden und wo auch die Wirkmacht des Wandels sichtbar wird. Diese Standorte existieren überall nahe Metropolen und werden von Betrieben gewählt, die von innovativer Logistik abhängig sind und damit laufend Schritte hin zu mehr Automatisierung und Vernetzung setzen. In den hier vorgestellten Planungsschritten wird davon ausgegangen, dass diese Räume als Vorreiter eine besondere Bedeutung in der Transformation des Mobilitätssystems haben werden.

**Abbildung 5:** Strukturplan des Wiener Südens und der Fokusraum um das Industriezentrum Niederösterreich Süd (IZ NÖ-Süd)



## TRANSFORMATIONSSTUFE 1 DIE MOBILITÄTSPLATTFORM AM STANDORT



DAS IZ NÖ-SÜD WIRD AB DER ERSTEN TRANSFORMATIONSSTUFE ZUM LABOR FÜR AUTOMATISIERTE MOBILITÄT. DAS PROJEKT WIRD IN FORM EINER PUBLIC-PRIVATE-PARTNERSHIP VON BETRIEBEN IM AREAL MIT UNTERSTÜTZUNG DER ÖFFENTLICHEN BETREIBER (DES LANDES NIEDERÖSTERREICH) UND AKTEURINNEN AUS DEM MOBILITÄTSSEKTOR UMGESETZT. DAS ZIEL DER ERSTEN PHASE IST, DIE UNTERSCHIEDLICHEN LOGISTIKBEDÜRFNISSE DER BETRIEBE VOR ORT ABZUDECKEN. EINIGE STRASSENZÜGE IM AREAL DES IZ NÖ-SÜD WERDEN GEZIELT ZU EINEM TAUGLICHEN NETZ FÜR AUTOMATISIERTE MOBILITÄTSSERVICES ERTÜCHTIGT (ABB. A3 IM ANHANG).

IN DEN FÜR DEN AREALPILOTEN ERTÜCHTIGTEN STRASSENZÜGEN WIRD AUCH ETWAS FÜR DEN FUSS- UND RADVERKEHR GETAN. GEH- UND RADWEGE WERDEN BAULICH GETRENNT UND ATTRAKTIV GESTALTET. DIE BETREIBER DES IZ NÖ-SÜD ERSTELLEN GEMEINSAM MIT DEN STAKEHOLDERINNEN VOR ORT EINE ENTWICKLUNGSPERSPEKTIVE FÜR DAS AREAL. FLÄCHEN AN DEN ANSCHLUSSSTELLEN (AUTOBAHN A2: ABFAHRT WIENER NEUDORF; ABFAHRT IZ NÖ-SÜD ZUR BADNER BAHN: HALTESTELLEN GRIESFELD, NEU GUNTRAMSDORF UND ZUM GÜTERBAHNHOF AM GELÄNDE) WERDEN GESICHERT.

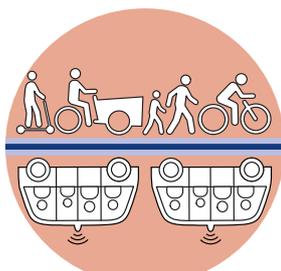
## 1 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IM WIENER SÜDEN

### ANWENDUNG AV



WERKSPILOT

### MOBILITÄT



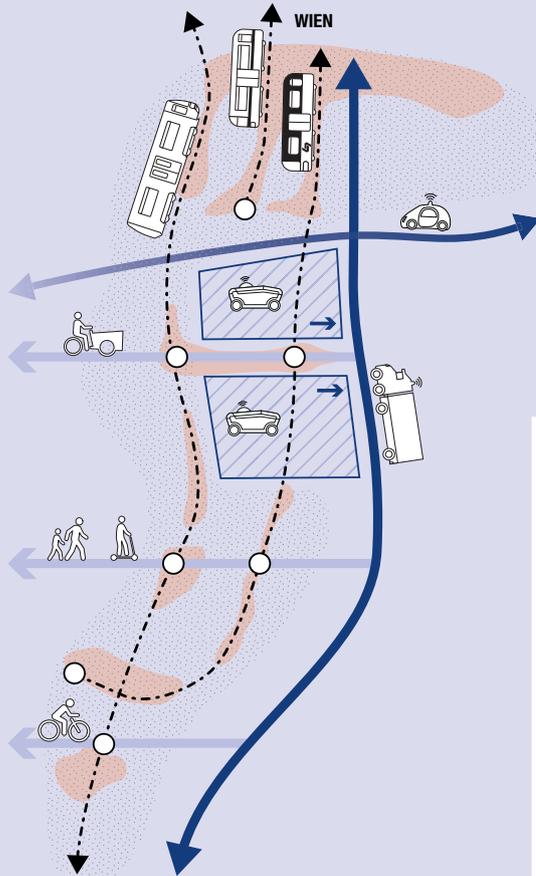
AV-SERVICES UND SANFTE MOBILITÄT GEHEN HAND IN HAND

### MOBILITÄT



AV-SERVICES MIT ANDEREN SEKTOREN KOPPELN

## TRANSFORMATIONSSTUFE 2 SCHNITTSTELLEN WERDEN GESTALTET



DIE SCHNITTSTELLEN AN DEN RÄNDERN DES AREALS WERDEN NUN ZU MOBILITÄTSKNOTEN ENTWICKELT. ES WIRD MÖGLICH, ATTRAKTIVE ANGEBOTE AUCH FÜR DIE BESCHÄFTIGTEN VOR ORT ANZUBIETEN. AV-SHUTTLES WIRKEN NUN ALS ZUBRINGER VON HALTESTELLEN DER BADNER BAHN. IM GANZEN GEBIET DES IZ NÖ-SÜD KANN NUN DER AREALPILOT ZUM EINSATZ KOMMEN. DAS RÜCKGRAT DES PERSONENVERKEHRS SIND ZWEI AUTOMATISIERTE BUSLINIEN, DIE LÄNGS UND QUER DURCH DAS IZ NÖ-SÜD ZU DEN MOBILITÄTSKNOTEN GEFÜHRT WERDEN (ABB. A3; DIE TAUGLICHKEIT DES BESTEHENDEN STRASSENNETZES FÜR AUTOMATISIERTE FAHRZEUGE WURDE BERÜCKSICHTIGT, ABB. A2).

EINE SICHTBARE TRANSFORMATION BEGINNT: ENTLANG DER RAD- UND FUSSWEGE UND AUF EHEMALIGEN PARKPLATZFLÄCHEN ENTSTEHT MEHR GRÜN. DER STANDORT WIRD DADURCH FÜR NEUE BRANCHEN ATTRAKTIV. AB DIESER TRANSFORMATIONSSTUFE KANN AUCH DIE AUTOBAHN AUTOMATISIERT BEFAHREN WERDEN. DURCH DIE MOBILITÄTSPLATTFORM AM STANDORT KÖNNEN NUN AUCH AUF DER AUTOBAHN SYNERGIEN GENUTZT WERDEN, DIE ZU MEHR EFFIZIENZ UND GERINGEREN VERKEHRSBELASTUNGEN FÜHREN. BETRIEBE DENKEN UM UND BIETEN IHREN MITARBEITERINNEN NICHT LÄNGER EINEN FIRMIENWAGEN, SONDERN FLEXIBLE MOBILITÄT. DIE MOBILITÄTSHUBS AN DEN ANSCHLUSSSTELLEN ZUR AUTOBAHN WERDEN WIE HAFENAREALE ALS UMSCHLAGSFLÄCHEN FÜR GÜTER GENUTZT UND SIND WICHTIGE ANSCHLUSSSTELLEN IM PERSONENVERKEHR.

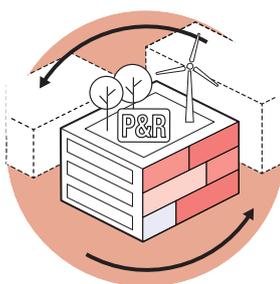
## 2 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IM WIENER SÜDEN

### ANWENDUNG AV



AUTOBAHNPILOT

### MOBILITÄT



MOBILITÄTSHUBS: STADT-  
VERTRÄGLICH UND ADAPTIV

### RAUM

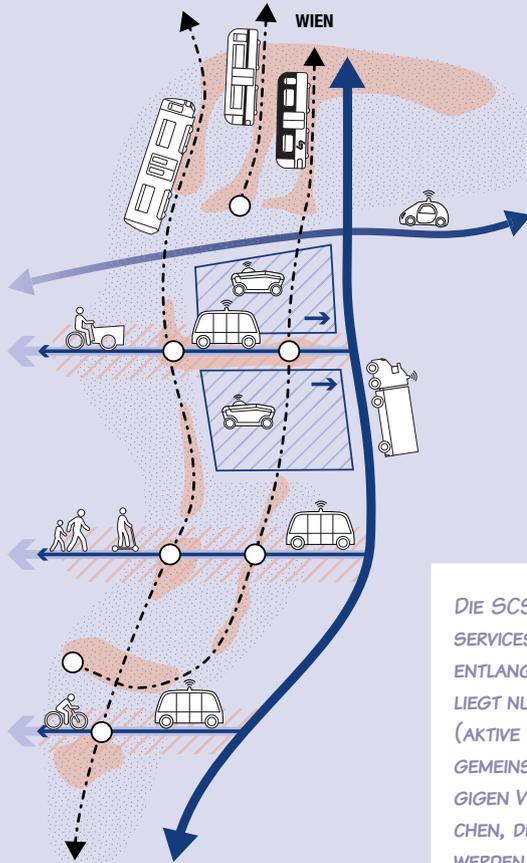


AUTOAFFINE STANDORTE  
NAHE DER AUTOBAHN  
WERDEN ZU 1A-LAGEN

## TRANSFORMATIONSSTUFE 3

### VERÖFFENTLICHUNG DER MOBILITÄTSPLATTFORM

### UND DEREN INTEGRATION IM SIEDLUNGSBAND DES WIENER SÜDENS

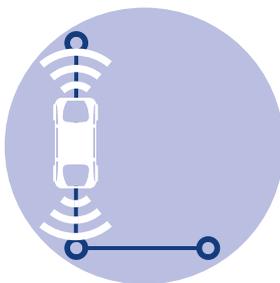


DIE GESAMMELTEN ERFAHRUNGEN MACHEN ES MÖGLICH, DAS AREAL IN SEIN UMFELD ZU INTEGRIEREN. AUCH AN ANDEREN STANDORTEN ENTLANG DER AUTOBAHN WIRD ES MÖGLICH, DIE ABHÄNGIGKEIT VOM AUTO ZU SCHWÄCHEN. ÜBERÖRTLICHE TRANSFORMATIONSZIELE WERDEN GEMEINSAM MIT DEN GEMEINDEN IM BETRACHTUNGSGEBIET ENTWICKELT. AUS DER MOBILITÄTSPLATTFORM WIRD EIN ÖFFENTLICHER INFRASTRUKTURDIENSTLEISTER. DAS ZIEL IST EINE STÄDTEBAULICH KLAR ARTIKULIERTE REGION, IN DER EIN KOMPLEXES RAUMERLEBNIS GEZIELT GESTALTET WIRD.

DIE SCS WIRD EBENSO DURCH AUTOMATISIERTE MOBILITÄTS-SERVICES ERSCHLOSSEN WIE KLEINERE GEWERBESTANDORTE ENTLANG DER BRÜNNER UND TRIESTER STRASSE. DER FOKUS LIEGT NUN DRAUF, ÜBER EIN INTEGRIERTES NAHVERKEHRSNETZ (AKTIVE MOBILITÄT UND AUTOMATISIERTE SHUTTLES WERDEN GEMEINSAM ENTWICKELT) DIE PARALLEL LAUFENDEN HOCHRANGIGEN VERKEHRSBÄNDER ZU VERNETZEN. FREIWERDENDE FLÄCHEN, DIE VON PARKENDEN AUTOS RÜCKGEWONNEN WERDEN, WERDEN DIFFERENZIIERT IM SINNE EINER INNENENTWICKLUNG VERWERTET.

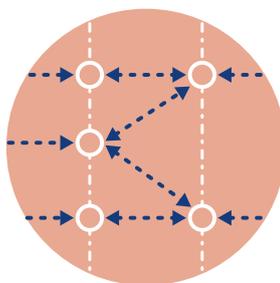
## 3 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IM WIENER SÜDEN

### ANWENDUNG AV



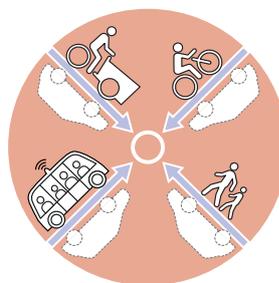
AV-SHUTTLEBUS

### MOBILITÄT



MIT AV-SERVICES LÜCKEN ZWISCHEN VERKEHRSACHSEN SCHLIEßEN

### MOBILITÄT



ZUBRINGERSTRABEN AV-FIT MACHEN

## Diskussion und Reflexion

Das Verkehrsaufkommen im Wiener Süden ist enorm. Zu einem großen Teil ist dies die Folge der wirtschaftlich erfolgreichen Standorte wie das IZ NÖ-Süd und die SCS, die von überregionaler Bedeutung sind. Die Transformation dieser Standorte ist allerdings absehbar und unausweichlich. Neue Qualitäten rücken in den Fokus. Raumtypen wie der Wiener Süden könnten die nächsten Nischen sein, von denen ausgehend sich automatisiertes und vernetztes Fahren durchsetzt. Daher ist ihre Bedeutung als Vorbild und Laborräume sehr groß. Mit der Transformation dieser Räume, die entweder von sich aus ins Rollen kommt oder gezielt gestaltet wird, werden Weichen gestellt: Wird hier die Chance zu mehr Nachhaltigkeit im Verkehrssystem verpasst, werden alle weiteren Versuche um vieles schwieriger.

Aktuell gibt es kaum Fuß- oder Radverkehr an diesen Standorten. Auch zum Aufenthalt (während einer Mittagspause etwa) wird der Straßenraum kaum genutzt. Hier können also Erfahrungen mit der neuen Mobilität gemacht werden, ohne das Umfeld übergebührlich zu belasten. Räume wie der Wiener Süden könnten auch Keimzellen eines öffentlichen Güterverkehrsnetzes oder eines integrierten öffentlichen Verkehrsnetzes für Personen und Güter sein. Wertvolle Erfahrungen von Nutzenden und Betreibern können gesammelt werden. Verkehre auf diese Art zu bündeln (um so Fahrten zu vermeiden) bzw. zu verlagern, kann ein wichtiger Schritt sein, die Wettbewerbsfähigkeit dieser Standorte sicherzustellen und gleichzeitig eine nachhaltige Transformation einzuleiten.

## 5.2 MISTELBACH (RAUMTYP B)

Mistelbach ist die Bezirkshauptstadt des gleichnamigen Bezirks und liegt im nordöstlichen Weinviertel. Das Gemeindegebiet umfasst zehn Ortschaften, wobei fünf Ortschaften das funktionale Zentrum bilden. Über die Laaer Ostbahn (S-Bahn Linien 2 und 7) besteht eine direkte öffentliche Anbindung nach Wien. Seit 2015 existiert zudem eine Anbindung über die Autobahn A5 im Osten der Stadt, die über eine Umfahrungsstraße angeschlossen ist.

Mistelbach wuchs in den letzten Jahren aufgrund der guten Verkehrsanbindungen und hohen Baulandreserven. Durch eine gezielte Innenentwicklung möchte die Stadt den historischen und kompakten Bestand stärken. Insgesamt entwickelt sich die Siedlungsstruktur eher Richtung Osten zur Autobahn hin (Wirtschaftspark, Einkaufszentrum; siehe Abb. 6).

### Herausforderungen

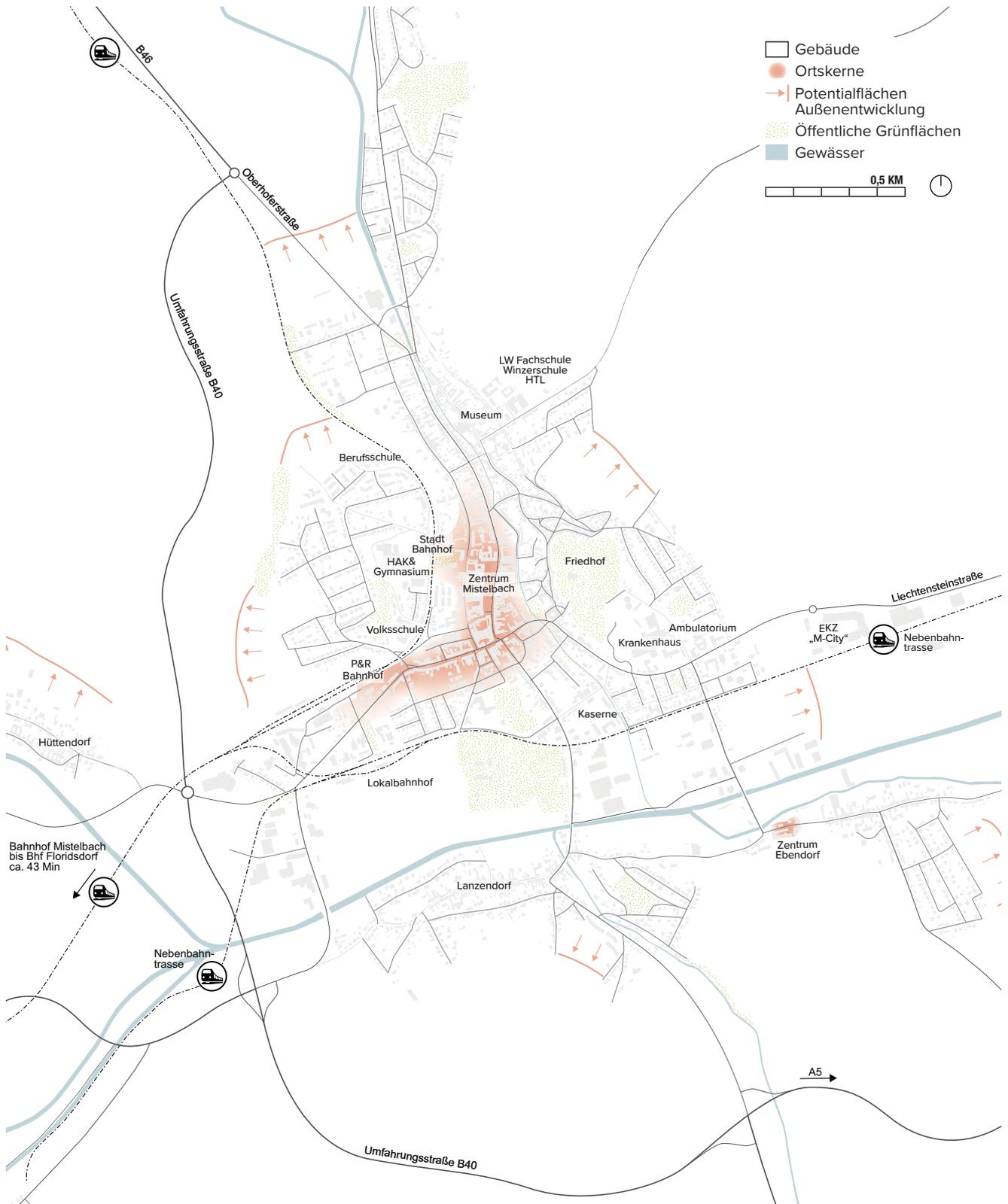
Mistelbach erfüllt wichtige regionale Zentrumsfunktionen für ein Einzugsgebiet von etwa 120.000 Personen. In der Stadt befinden sich Einkaufs-, Dienstleistungs- und Verwaltungsfunktionen (u. a. das Bezirksgericht, das Landeskrankenhaus, Grund- und weiterführende Schulen). Im Streckenverlauf der S-Bahn nördlich des Bahnhofs Mistelbach/Zaya verringert sich zudem die Taktfrequenz der Züge, die dadurch für viele PendlerInnen attraktiv sind (der zweite Bahnhof Mistelbach Stadt wird bereits seltener angefahren). Südlich des Bahnhofs Mistelbach/Zaya verläuft eine Nebenbahntrasse, die ursprünglich die beiden Bezirkshauptstädte Gänserndorf und Mistelbach verbunden hatte; heute wird sie nur mehr für den Güterverkehr bzw. für eine Museumsbahn genutzt.

Das Regionalbusnetz kann nicht mit dem Individualverkehr konkurrieren. Obwohl alle wichtigen Umlandgemeinden angefahren werden, sind die Taktfrequenzen und Versorgungszeiten unattraktiv. Die Rolle Mistelbachs als regionales Zentrum wird durch die neue Autobahn geschwächt. Seit der Eröffnung der Anschlussstelle steigen die Pendlerzahlen vor allem nach Wien (Stadt Mistelbach 2014; Statistik Austria 2017, 2019; Görgl et al. 2017).

### Entwicklungsstrategie: Zwei Maßstäbe

Die Gefahr ist groß, dass Mistelbach durch die zunehmende Automatisierung auf der Autobahn die Funktion des regionalen Zentrums verliert und sich mehr und mehr zu einer funktionsentleerten Schlafstadt in der Peripherie entwickelt. Verkehr zu vermeiden bedeutet im Fall von Mistelbach, dass seine Position als Zentrum gestärkt wird, um die langen Wege nach Wien weitestgehend zu vermeiden. Um dies zu erreichen, geht es einerseits darum, die wichtigen Funktionen in der Stadt anzubinden und zum anderen die Qualität des überörtlichen öffentlichen Verkehrs zu verbessern.

**Abbildung 6:** Strukturplan von Mistelbach (Niederösterreich)



Quelle: eigene Darstellung

# TRANSFORMATIONSSTUFE 1

## DER ERSTE SCHRITT ZUM AUTOMATISIERTEN STADTVERKEHR MISTELBACH

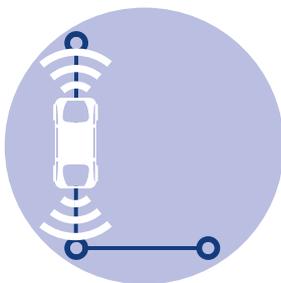
DAS ERSTE ZIEL DER TRANSFORMATION IST ES, DIE INTERMODALE ERREICHBARKEIT DER WESENTLICHEN FUNKTIONEN DER STADT MISTELBACH ZU HEBEN. EINE ERSTE TRASSE FÜR DEN EINSATZ EINES AUTOMATISIERTEN SHUTTLES WIRD ALS PILOT-PROJEKT ENTWICKELT, DAS VOM BAHNHOF MISTELBACH/ZAYA SÜDLICH ENTLANG DER SIEDLUNGSGRENZE GEFÜHRT WIRD. SO WERDEN SPORT- UND FREIZEITZENTRUM, DER GEWERBEPARK UND SCHLIESSLICH DAS LANDESKLINIKUM MISTELBACH-GÄNSERNDORF ANGEBUNDEN. ENTLANG DER TRASSE WERDEN GLEICHZEITIG FUSS- UND RADWEGE ANGELEGT BZW. AUSGEBAUT. DER ANSCHLUSS AN DAS REGIONALBUSNETZ IST AN DEN ENDPUNKTEN DIESER LINIE GEBEN.



UM DIE ENTWICKLUNG DES REGIONALEN ÖV-NETZES VORANTREIBEN, WERDEN GEZIELT POTENTIALFLÄCHEN FÜR DIE LINIENFÜHRUNG VON AUTOMATISIERTEN SHUTTLES GESUCHT, DIE IN UND UM MISTELBACH ZU FINDEN SIND: DIE BAHNTRASSE RICHTUNG GÄNSERNDORF, ABER VOR ALLEM AUCH STRASSEN IN DEN ORTSKERNEN DURCH EIN ABSENKEN DER ZULÄSSIGEN GESCHWINDIGKEIT (ABB. A4).

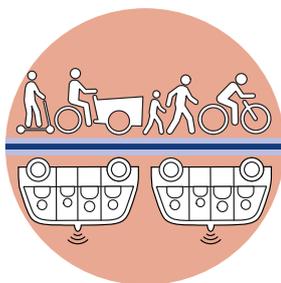
# 1 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IN MISTELBACH

ANWENDUNG AV



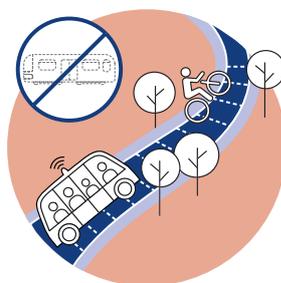
AV-SHUTTLEBUS

MOBILITÄT



AV-SERVICES UND SANFTE MOBILITÄT GEHEN HAND IN HAND

MOBILITÄT



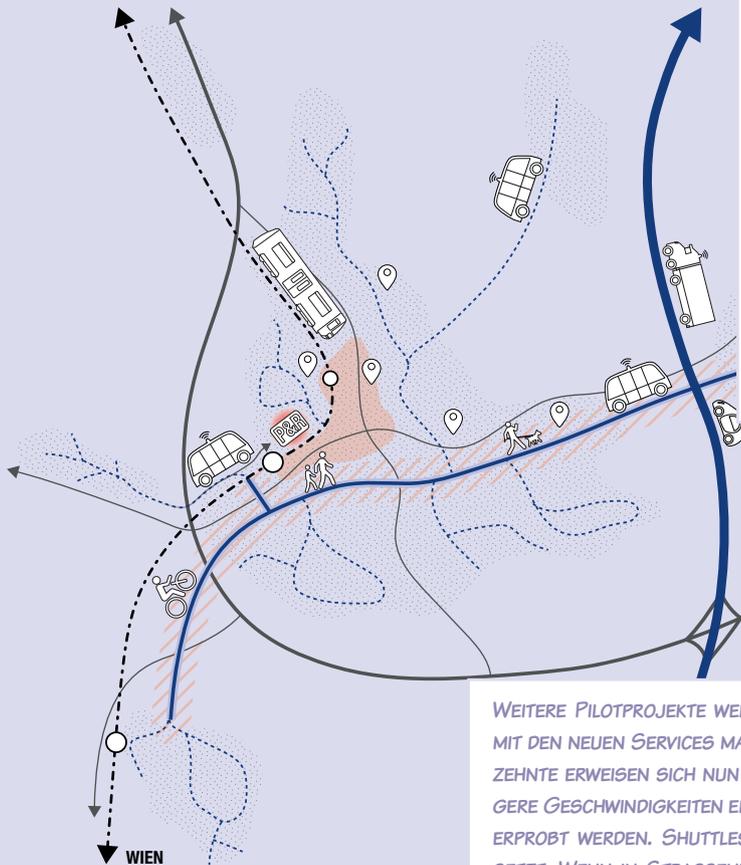
NEBENBAHNTRASSEN SIND AV-ERSCHLIEßUNGSRÄUME VON MORGEN

MOBILITÄT



LINIENFÜHRUNG MUSS ZENTRALE FUNKTIONEN VERBINDEN

## TRANSFORMATIONSSTUFE 2 VOM PILOTPROJEKT ZUR ZIELGRUPPEN- SPEZIFISCHEN ALLTAGSMOBILITÄT

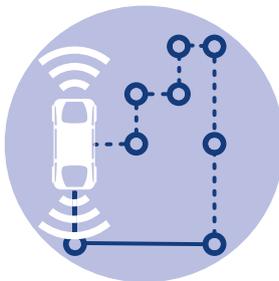


NACHDEM ERFAHRUNGEN IM PILOTPROJEKT GESAMMELT WURDEN UND EINE UMFASSENDE ANALYSE DER INFRASTRUKTUR FÜR MÖGLICHE LINIENFÜHRUNGEN ABGESCHLOSSEN IST, WERDEN ZIELGRUPPENSPEZIFISCHE ANGEBOTE ENTWICKELT, UM ZENTRALÖRTLICHE FUNKTIONEN (IN MISTELBACH, SIEHE STRUKTURPLAN ABB. 6) ZU ERSCHLIESSEN. DAS ZIEL IST, ÖFFENTLICHE ANGEBOTE FÜR DIE ALLTAGSMOBILITÄT UNTERSCHIEDLICHER BELANGE ZU SCHAFFEN. EIN ERSTER SCHRITT IST DIE AUSWEITUNG DES AUTOMATISIERTEN ANGEBOTS AN TAGESRANDEZEITEN: FÜR PENDLERINNEN UND VERSTÄRKT AUCH FÜR JUGENDLICHE. DIE ANALYSE DER INFRASTRUKTUR HAT GEZEIGT, DASS HOHE INFRASTRUKTURINVESTITIONEN NOTWENDIG WÄREN, UM EIN FLÄCHENDECKENDES AUTOMATISIERTES VERKEHRSNETZ ZU ETABLIEREN. IN FOLGE WIRD ZUNÄCHST AN EINER INTEGRIERTEN MOBILITÄTSPLATTFORM GEARBEITET, ÜBER DIE AUF ALLE VERFÜGBAREN ANGEBOTE ZUGEGRIFFEN WERDEN KANN.

WEITERE PILOTPROJEKTE WERDEN GESTARTET, DAMIT VIELE EINWOHNERINNEN ERFAHRUNGEN MIT DEN NEUEN SERVICES MACHEN KÖNNEN. DIE UMFANGSSTRAßEN DER LETZTEN JAHRZEHNTE ERWEISEN SICH NUN ALS SPÄTES GESCHENK. IN DEN ORTSKERNEN SIND NUN GERINGERE GESCHWINDIGKEITEN ERWÜNSCHT, DABEI KANN HIER EINE NEUE ART DER FORTBEWEGUNG ERPROBT WERDEN. SHUTTLES WERDEN IM ROTATIONSPRINZIP IN UMLANDGEMEINDEN EINGESETZT. WENN IN STRASSENINFRASTRUKTUR INVESTIERT WIRD, DANN UM IN ORTSKERNEN DIE AUFENTHALTSQUALITÄT ZU VERBESSERN. INNERHALB DES STADTGEBIETS MISTELBACH WERDEN IMMER MEHR FUNKTIONEN ANGESCHLOSSEN. DER FOKUS LIEGT NUN AUF DER MOBILITÄT DER SCHÜLERINNEN UND ÄLTEREN PERSONEN DER STADT. AM BAHNHOF UND AM LANDESKLINIKUM ENTSTEHEN ERSTE INTEGRIERTE MOBILITÄTSHUBS.

## 2 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IN MISTELBACH

### ANWENDUNG AV



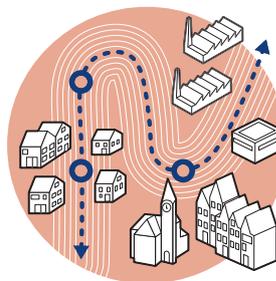
AV-SHUTTLEBUS

### MOBILITÄT



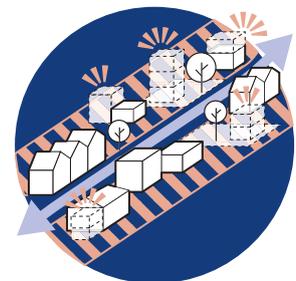
AV-SERVICES MIT  
ANDEREN SEKTOREN  
KOPPELN

### MOBILITÄT



SENSIBLE LINIENFÜHRUNG  
IM KONTEXT DER  
RANDNUTZUNGEN

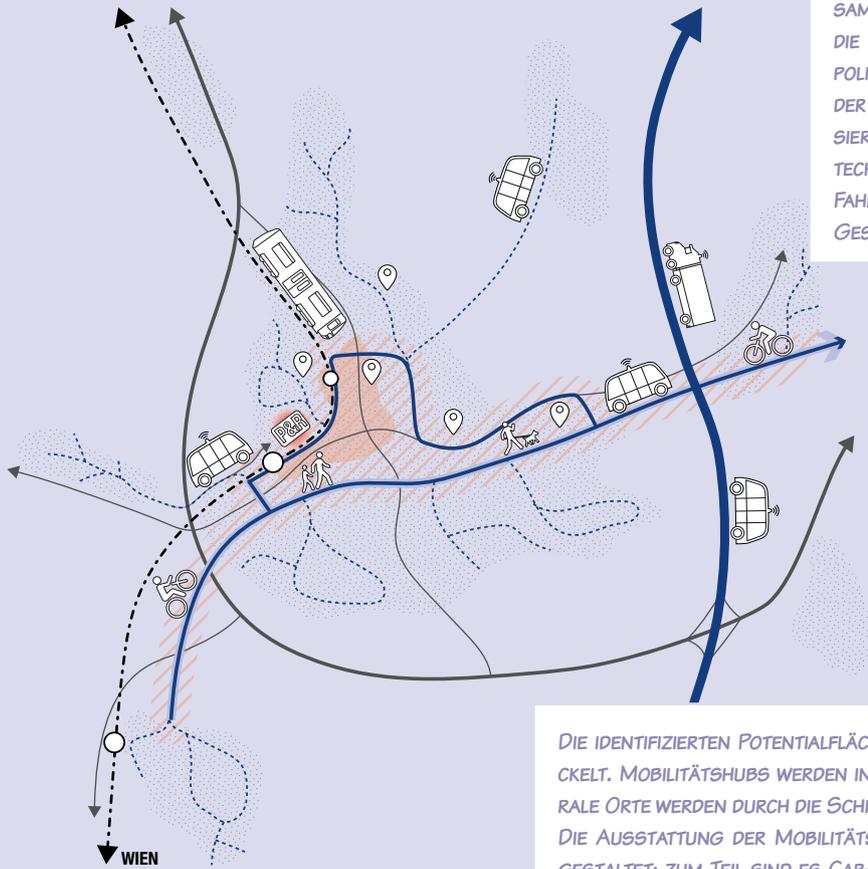
### RAUM



EINZUGSBEREICHE VON  
AV-SERVICES MIT HOHEM  
ENTWICKLUNGSPOTENTIAL

### TRANSFORMATIONSSTUFE 3 DER REGIO-TRANSIT MISTELBACH

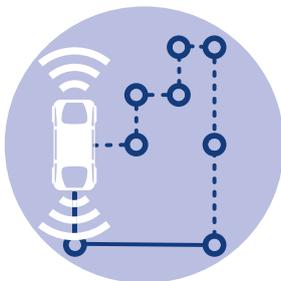
EIN REGIONALES ENTWICKLUNGSKONZEPT WIRD BESCHLOSSEN. ÜBER DIE ENTWICKLUNG EINES GEMEINSAMEN ÖV-ANGEBOTES HINAUS VERPFLICHTEN SICH DIE GEMEINDEN AUCH ZU EINER RIGOROSEN BODENPOLITIK. EXPRESSROUTEN NACH GÄNSERNDORF, LAA AN DER THAYA UND HOLLABRUNN WERDEN U. A. AUTOMATISIERT ÜBER DIE AUTOBAHN GEFÜHRT. DIE GESTIEGENEN TECHNOLOGISCHEN MÖGLICHKEITEN AUTOMATISierter FAHRSYSTEME MACHEN NUN EINE KOSTENGÜNSTIGERE GESTALTUNG VON TRASSEN MÖGLICH.



DIE IDENTIFIZIERTEN POTENTIALFLÄCHEN WERDEN PRIORISIERT UND GEZIELT ENTWICKELT. MOBILITÄTSHUBS WERDEN IN BESTEHENDE FUNKTIONEN INTEGRIERT. ZENTRALE ORTE WERDEN DURCH DIE SCHNITTSTELLEN IM MOBILITÄTSSYSTEM GESTÄRKT. DIE AUSSTATTUNG DER MOBILITÄTSHUBS WIRD JE NACH LAGE UND NACHFRAGE GESTALTET: ZUM TEIL SIND ES CAR-SHARING-ANGEBOTE FÜR DIE FREIZEITMOBILITÄT VOR ALLEM AN DEN WOCHENENDEN SOWIE E-SCOOTER- UND FAHRRADVERLEIHE.

### 3 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IN MISTELBACH

#### ANWENDUNG AV



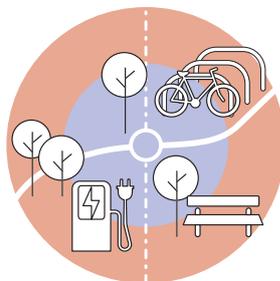
AV-SHUTTLEBUS  
AUF TRASSE UND STRASSE

#### MOBILITÄT



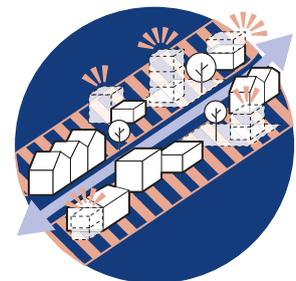
AV-SERVICES NICHT ÜBERALL

#### MOBILITÄT



DAS UMFELD DES ÖV-KNOTENS ALS VISITENKARTE

#### RAUM



EINZUGSBEREICHE VON AV-SERVICES MIT HOHEM ENTWICKLUNGSPOTENTIAL

## Diskussion und Reflexion

Automatisiertes Fahren auf der Autobahn könnte ein regionales Zentrum wie Mistelbach massiv belasten. Wenn günstige, komfortable Fahrten im hochrangigen Straßennetz möglich sind, werden kleinteilige Strukturen im Handel, Freizeiteinrichtungen und anderen Betrieben einer verstärkten Konkurrenz ausgesetzt. Das weitläufige Einzugsgebiet der Stadt Mistelbach dürfte längerfristig einen großflächigen Einsatz von automatisierten Fahrzeugen verhindern. Der hier vorgeschlagene Weg ist darauf ausgerichtet, möglichst vielen Menschen ein neues Mobilitäts-erlebnis zu ermöglichen. Wird wahrgenommen, dass Alltagswege zu wichtigen Funktionen in der Stadt Mistelbach bequem auch ohne Auto zurückgelegt werden können, wäre dies ein wichtiger Schritt. Am Fall Mistelbach zeigt sich wieder, dass eine intensive Kooperation zwischen ganz unterschiedlichen Akteursgruppen notwendig ist.

## 5.3 EBREICHSDORF (RAUMTYP C)

Die Stadtgemeinde Ebreichsdorf liegt rund 25 Kilometer südlich der Wiener Stadtgrenze im Bezirk Baden. Das Gemeindegebiet umfasst vier Ortschaften (Abb. 7). Es besteht eine starke mobilitätsbezogene Orientierung nach Wien: 80 Prozent der erwerbstätigen Bevölkerung pendelt, davon 50 Prozent nach Wien. Ebreichsdorf ist überörtlich durch die A3 Südost-Autobahn und die S-Bahn Pottendorfer Linie an Wien angebunden. Die Verbindungsstrecke der Pottendorfer Linie zur Ostbahn verläuft durch den Ortsteil Unterwaltersdorf; der Personenverkehr wurde auf dieser Strecke jedoch eingestellt. Das Citybusnetz Ebreichsdorf verbindet die Katastralgemeinden Ebreichsdorf, Schranawand, Unterwaltersdorf und Wegelsdorf.

### Herausforderungen

Die Region ist durch ihre Lage im Umland von Wien und der guten überregionalen Anbindung ein interessanter Standort für Unternehmen aller Wirtschaftssektoren. In Ebreichsdorf liegen vier große und mehrere kleine Gewerbegebiete. Die Gewerbestruktur ist durch kleine und mittelständische Handwerks- und Industriebetriebe sowie Dienstleister geprägt. Der Gewerbeverkehr verläuft zum Teil durch die Ortskerne.

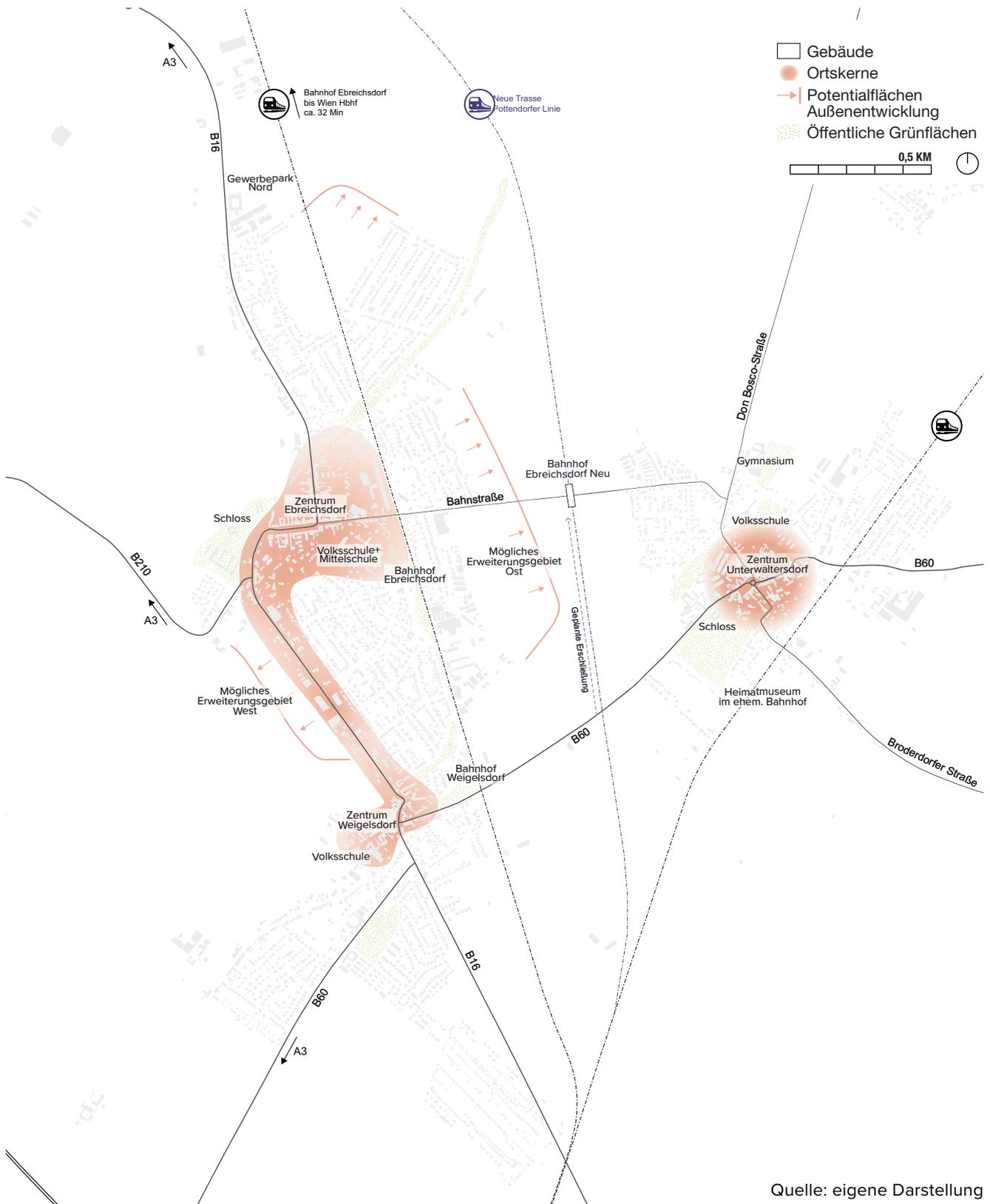
Auch als Wohnstandort ist Ebreichsdorf attraktiv. Die Bevölkerungsentwicklung ist seit Jahren über dem niederösterreichischen Durchschnitt steigend. Die Siedlungsstruktur besteht vor allem aus Einfamilienhausgebieten. Die wenigen verdichteten Wohnformen konzentrieren sich in den Lagen am Ortskern und entlang der B16 (Wiener Straße). Hier liegen auch für das gesamte Gemeindegebiet wichtige Versorgungsfunktionen. Parallel zum Ausbau der Pottendorfer Linie soll Ebreichsdorf gezielt entwickelt werden. Als Satellit im Wiener Umland soll ein Teil des prognostizierten Stadtwachstums hier nahe am öffentlichen Verkehr realisiert werden (Görgl et al. 2017; Stadtgemeinde Ebreichsdorf 2014; Statistik Austria 2017, 2019)

### Entwicklungsstrategie: Mit belebten Straßen die Innenentwicklung stärken

In Ebreichsdorf hat die erste Transformationsstufe bereits begonnen. Die Pottendorfer Linie befindet sich aktuell im Ausbau und soll bis 2023 fertiggestellt sein. Ein Großteil der Strecke wird auf neuer Trasse rund einen Kilometer weiter östlich geführt. Der Bahnhof Ebreichsdorf wird dafür aus dem bisherigen Ortsgebiet heraus „auf die grüne Wiese“ verlegt, womit auch der Ortsteil Unterwaltersdorf mit der Pottendorfer Linie besser verbunden ist. Der ursprüngliche Bahnhof und die Bahntrasse im Ortszentrum bzw. im Ortsgebiet Ebreichsdorf werden aufgelassen. Die dann stillgelegte Trasse hat ein großes Nachnutzungspotential.

Durch den Aus- und Neubau der Bahntrasse soll der bisherige Wachstumsprozess weiter beschleunigt und Ebreichsdorf zukünftig ein zentraler Knotenpunkt im Süden Wiens werden. Dazu wurden im Rahmen des Ebreichsdorfer Smart City-Projekts unterschiedliche Überlegungen zum Umgang mit der Integration des neuen Bahnhofes und der zukünftigen Siedlungsentwicklung in Form von Entwicklungsszenarien diskutiert. Diese bereits getroffene planerische Entscheidung bedeutet zunächst einmal einen ÖV-Erreichbarkeitsverlust für das Ortszentrum Ebreichsdorf (der deutliche Rückgang zeigt sich in Abb. A5 zwischen Transformationsstufe 0 und 1).

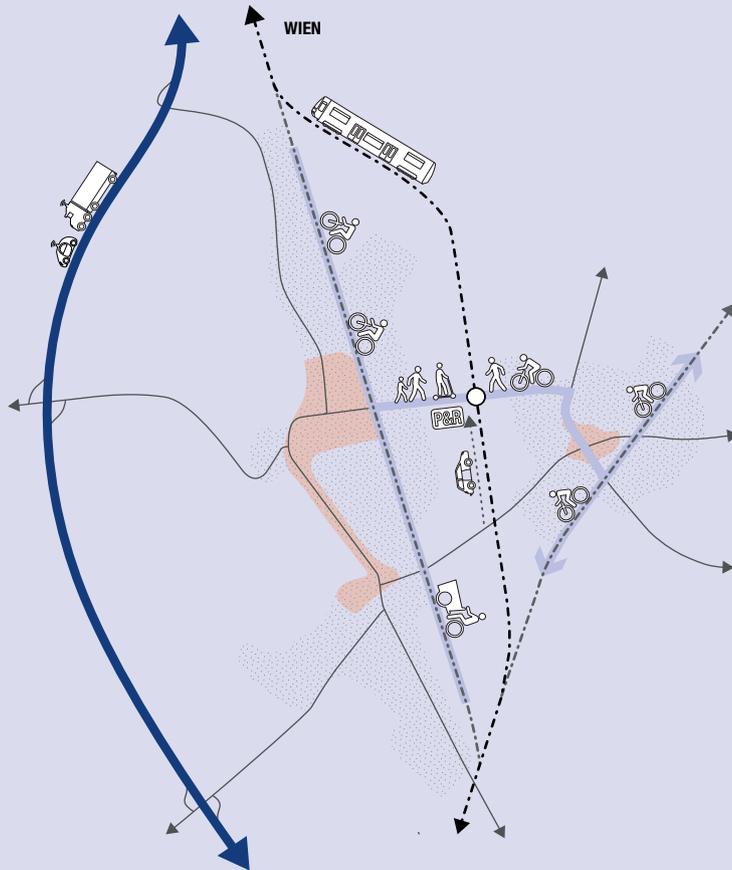
**Abbildung 7: Strukturplan Ebreichsdorf (inkl. des neuen Bahnhofs)**



Quelle: eigene Darstellung

## TRANSFORMATIONSSTUFE 0

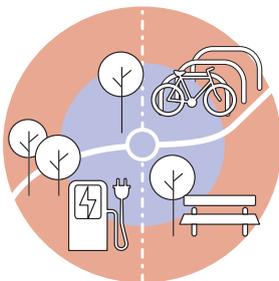
### VORBEREITUNGEN WÄHREND DER ERRICHTUNG DES NEUEN BAHNHOFES



DER NEUE BAHNHOF IST AUF EINEN EINZUGSBEREICH MIT EINEM RADIUS VON ETWA 25 KILOMETERN AUSGELEGT. EINE PARK-AND-RIDE-ANLAGE IST AKTUELL NOCH UNUMGÄNGLICH, SOLLTE ABER RÜCKBAUBAR GESTALTET WERDEN. SIE WIRD WÄHREND DES GANZEN TRANSFORMATIONSPROZESSES EINE ROLLE SPIELEN, ABER STETIG IHRE FUNKTION VERÄNDERN. DIE GESTALTUNG DES BAHNHOFSVORPLATZES WIRD GRUNDSÄTZLICH AUS DER PERSPEKTIVE VON NUTZENDEN DER AKTIVEN MOBILITÄT GEDACHT. DIES BETRIFFT DIE NÄHE DER PARKFLÄCHEN (ODER E-BIKE-LADESTATIONEN) ZUM BAHNSTEIG, DEN WEG DORTHIN UND DIE ATTRAKTIVE GESTALTUNG DER ZUBRINGERSTRASSEN FÜR RADFAHRERINNEN UND FUSSGÄNGERINNEN, DIE INTENSIV FÜR DEN WIND- UND WETTERSCHUTZ BEGRÜNT UND BELEUCHTET WERDEN. FUSS- UND RADWEGE WERDEN BAULICH GETRENNT AUF EINEM SEPARATEN FAHRSTREIFEN GEFÜHRT.

## 0 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IN EBREICHSDORF

### MOBILITÄT



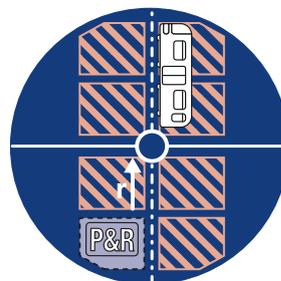
DAS UMFELD DES ÖV-KNOTENS ALS VISITENKARTE

### MOBILITÄT



KLARE PRIORISIERUNG DER SANFTEN NAHMÖBILITÄT AN DEN ÖV-KNOTEN

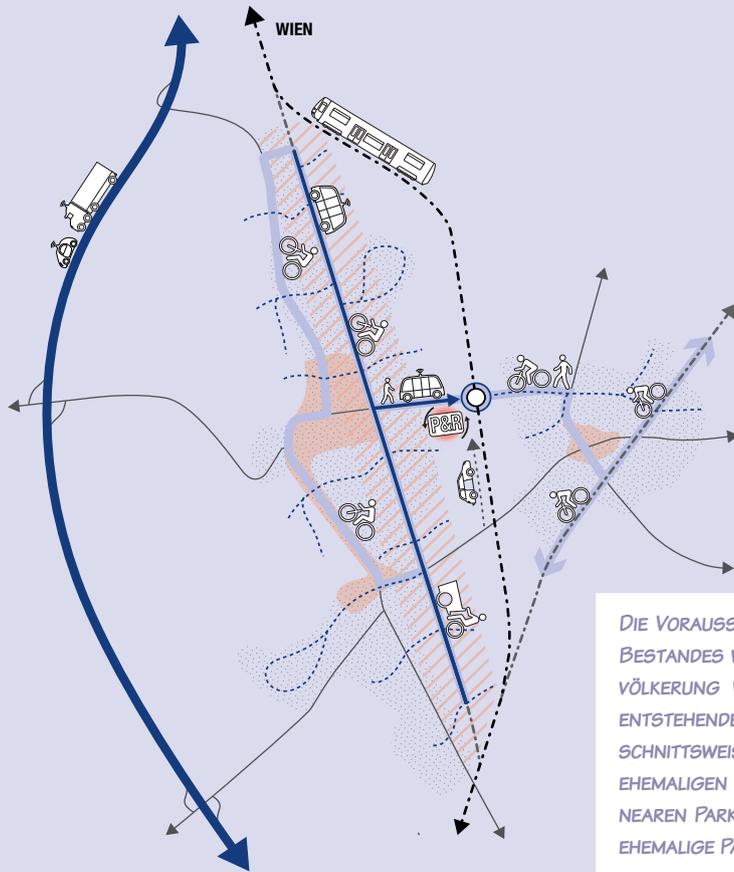
### RAUM



UMFELD DER ÖV-KNOTEN FÜR STANDORTENTWICKLUNG SICHERN

# TRANSFORMATIONSSTUFE 1

## DIE ERSTE INTEGRIERTE AV-TRASSE ENTSTEHT

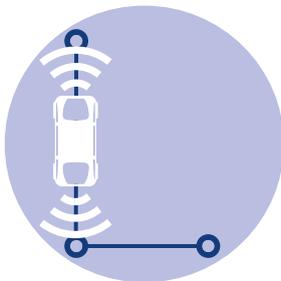


WÄHREND DER TRANSFORMATIONSSTUFE 1 WIRD ZUM EINEN DER EINSATZ VON AUTOMATISIERTEN SHUTTLES DURCH EINE GEZIELTE INFRASTRUKTURENTWICKLUNG ERMÖGLICHT UND ZUM ANDEREN AUCH DIE INFRASTRUKTURELLEN VORAUSSETZUNGEN FÜR AKTIVE MOBILITÄTSFORMEN VERBESSERT. AUF DER ZUBRINGERSTRASSE VOM ORTSGEBIET EBREICHSDORF ZUM NEUEN BAHNHOF NEHMEN AV-SHUTTLES DEN BETRIEB AUF. AUF HÖHE DES ALTEN BAHNHOFES TRIFFT DIE ZUBRINGERSTRASSE DIE STILLGELEGTE BAHNTRASSE, DIE DAS SIEDLUNGSGEBIET VON EBREICHSDORF AUF DER GANZEN LÄNGE VON NORDEN NACH SÜDEN DURCHQUERT. DIE TRASSE WIRD EBENSO FÜR DIE NUTZUNG MIT AKTIVER MOBILITÄT UND AV-SHUTTLES INTEGRIERT ENTWICKELT. INNERORTS ENTLANG DER ZUBRINGERSTRASSE UND DER ALTEN BAHNTRASSE ENTSTEHEN MIKROHUBS, DIE ALS BRÜCKEN DIE VORMALS GETEILTEN SIEDLUNGSRÄUME WESTLICH UND ÖSTLICH DER BAHNTRASSE VERBINDEN.

DIE VORAUSSETZUNGEN FÜR DIE GEZIELTE ENTWICKLUNG DES BESTANDES WERDEN GESCHAFFEN: GEMEINSAM MIT DER BEVÖLKERUNG WERDEN ZIELBILDER ENTWICKELT, WIE DIE NEU ENTSTEHENDEN POTENTIALE GENUTZT WERDEN KÖNNEN. ABSCHNITTWEISE SOLLTEN DIE LINKS UND RECHTS PARALLEL ZUM EHEMALIGEN BAHNDAMM GEFÜHRTEN STRASSEN ZU EINEM LINEAREN PARK ENTWICKELT WERDEN. AUSGEWÄHLTE FREI- UND EHEMALIGE PARKPLATZFLÄCHEN ENTLANG DER RECHTEN BAHNZEILE WERDEN ALS ENTWICKLUNGSFLÄCHEN FÜR ZUKÜNFTIGE NUTZUNGEN GESICHERT.

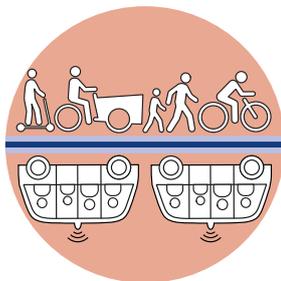
# 1 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IN EBREICHSDORF

ANWENDUNG AV



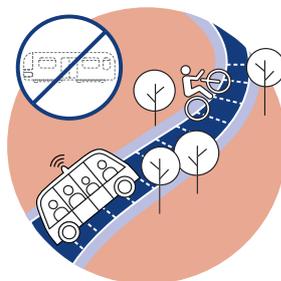
AV-SHUTTLEBUS

MOBILITÄT



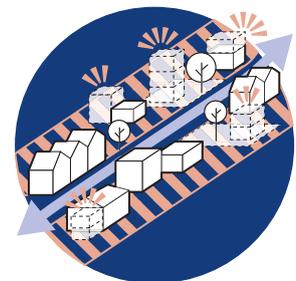
AV-SERVICES UND SANFTE MOBILITÄT GEHEN HAND IN HAND

MOBILITÄT



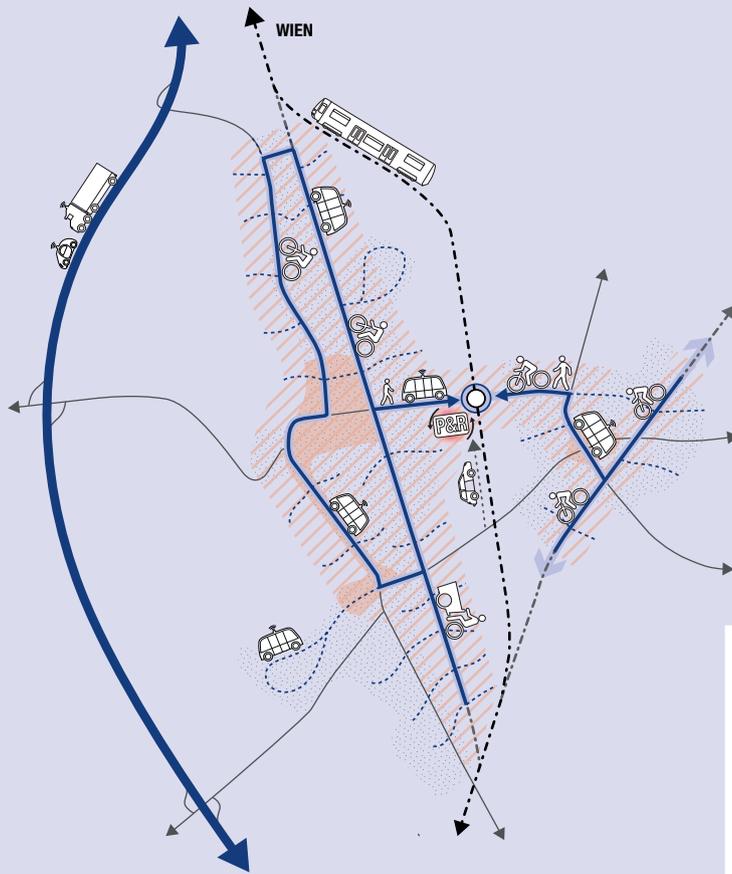
NEBENBAHNTRASSEN SIND AV-ERSCHLIEßUNGSRÄUME VON MORGEN

RAUM



EINZUGSBEREICHE VON AV-SERVICES MIT HOHEM ENTWICKLUNGSPOTENTIAL

## TRANSFORMATIONSSTUFE 2 VOM ZUBRINGER ZUM INTEGRIERTEN NAHVERKEHR

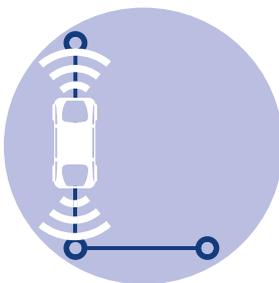


MIT FORTSCHREITENDER TECHNOLOGISCHER ENTWICKLUNG UND ERFAHRUNG WÄHREND DES REGIEBETRIEBES MIT AV-SHUTTLES ENTSTEHEN NEUE MÖGLICHKEITEN, DIE GENUTZT WERDEN, UM DURCH VERBESSERTE ANBINDUNG BESTEHENDE ZENTREN UND STANDORTE ZU FÖRDERN. AV-SHUTTLES ÜBERNEHMEN GROSSE TEILE DES CITYBUSNETZES, DAS NUN NUR MEHR PERIPHERE ORTSTEILE VERSORGT. IN DIE ROUTENPLANUNG FLIESST EINE BEWERTUNG DER TAUGLICHKEIT DES BESTEHENDEN STRASSENNETZES MIT EIN. TAKT- UND VERSORGUNGSZEITEN KÖNNEN SO DEUTLICH VERBESSERT WERDEN. AUCH HIER GILT: SOBALD DAS AV-SHUTTLE ZUM BEISPIEL ÜBER DEN HAUPTPLATZ VON EBREICHSDORF GEFÜHRT WIRD, WIRD ENTSPRECHENDER RAUM DEM AUTOVERKEHR GENOMMEN UND AKTIVEN MOBILITÄTSFORMEN ZUGESCHLAGEN BZW. DIE AUFENTHALTSQUALITÄT IM STRASSENRAUM VERBESSERT.

IN DIESER AUSBAUSTUFE WANDELT SICH DAS SYSTEM VON EINEM REINEN ZUBRINGER (DER PENDLERVERKEHRE ERMÖGLICHT) ZU EINEM ÖFFENTLICHEN NAHVERKEHRS- UND AKTIVEN MOBILITÄTSNETZ FÜR PERSONEN UND GÜTER. LOKALE BETRIEBE PROFITIEREN VON DER MÖGLICHKEIT, IHREN KUNDINNEN MOBILITÄTSDIENSTLEISTUNGEN MIT ANBIETEN ZU KÖNNEN. BESTEHENDE ZIELBILDER DER ÖRTLICHEN ENTWICKLUNGSPLANUNG WERDEN PARTIZIPATIV ZU EINER POLYZENTRALEN ENTWICKLUNGSPERSPEKTIVE WEITERENTWICKELT, DIE ALLE KATASTRALGEMEINDEN INTEGRIERT.

## 2 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IN EBREICHSDORF

### ANWENDUNG AV



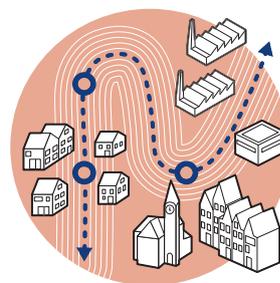
AV-SHUTTLEBUS

### MOBILITÄT



LINIENFÜHRUNG MUSS ZENTRALE FUNKTIONEN VERBINDEN

### MOBILITÄT



SENSIBLE LINIENFÜHRUNG IM KONTEXT DER RANDNUTZUNGEN

## TRANSFORMATIONSSTUFE 3 EIN REGIONALES KONZEPT

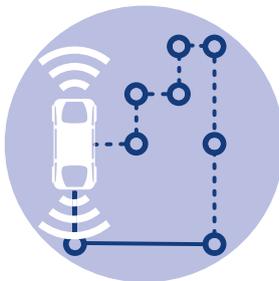


DAS AV-SHUTTLENETZ WIRD WEITER AUSGEBAUT UND VERSORGT NUN FAST DAS GESAMTE SIEDLUNGSGEBIET IN ANLEHNUNG AN DAS EHEMALIGE CITYBUSNETZ MIT DEUTLICH GESTEIGERTER QUALITÄT. PERIPHERE STANDORTE WERDEN MIT EINEM AV-ANRUFSAMMELTAXI VERSORGT. EIN FEINMASCHIGES INTEGRIERTES NAHVERKEHRSNETZ FÜR AKTIVE MOBILITÄT UND AV-SHUTTLES IST NUN REALITÄT: ES WIRD SOWOHL FÜR EINKAUF- UND FREIZEITFAHRTEN VON TOURISTINNEN, SCHÜLERINNEN, PENDLERINNEN EBENSO WIE VON LOKALEN BETRIEBEN GENUTZT. ANDERS ALS DAS AUTO VERKEHREN AUTOMATISIERTE FAHRZEUGE NUR IN TEILEN DES STRASSENNETZES.

DIE PARK-AND-RIDE-ANLAGE AM BAHNHOF HAT NUN FAST VOLLSTÄNDIG IHRE FUNKTION GEWANDELT. HIER SIND GESCHÄFTS- UND BÜROFLÄCHEN ENTSTANDEN, UNTERSCHIEDLICHE SHARING-ANGEBOTE KÖNNEN GENUTZT WERDEN. DER NÄCHSTE SCHRITT IST DIE POLYZENTRALE ENTWICKLUNG DER REGION, WODURCH DIE STARKE ORIENTIERUNG NACH WIEN ENTLASTET WIRD. HIERZU WIRD GEMEINSAM MIT BADEN, WIENER NEUSTADT UND EISENSTADT EIN REGIONALES ENTWICKLUNGSKONZEPT ENTWORFEN.

## 3 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IN EBREICHSDORF

### ANWENDUNG AV



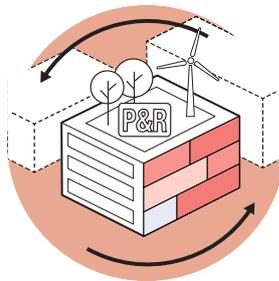
AV-SHUTTLEBUS

### MOBILITÄT



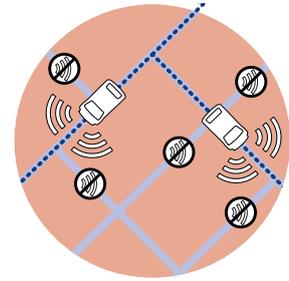
AV-SERVICES MIT ANDEREN SEKTOREN KOPPELN

### MOBILITÄT



MOBILITÄTSHUBS: STADT-VERTRÄGLICH UND ADAPTIV

### MOBILITÄT



AV NICHT ÜBERALL

## Diskussion und Reflexion

Ebreichsdorf ist bereits heute eine Gemeinde, die sich intensiv mit ihrer Zukunft beschäftigt. Die hier vorgestellten Narrationen strategischer Planungsschritte zeigen, dass vielfältige Potentiale existieren, um die Abhängigkeit vom Pkw zu reduzieren. Abbildung A5 (im Anhang) zeigt die Veränderung der ÖV-Erreichbarkeit über die Transformationsphasen. Am hier gesetzten Ende des Transformationsprozesses verfügen zudem große Teile des Gemeindegebietes (inklusive der Katastralgemeinden) über ein Netz hochqualitativer Straßenräume, die zum Gehen und Fahrradfahren einladen und von automatisierten Shuttles genutzt werden.

Wieder zeigt sich, dass umfassende Kooperation eine Voraussetzung für den Erfolg eines derartigen Transformationsprozesses und der Übertragung in andere Räume ist. Die Technologie automatisierter Shuttles ist entmystifiziert und ein Baustein von vielen. Vor allem braucht es engagiertes Handeln unterschiedlicher Akteursgruppen, die Integration der Bevölkerung zu einem frühen Zeitpunkt und vor allem die gemeinsam geteilte Einsicht, dass der Druck der globalen Klimakrise die große Herausforderung der Mobilitäts- und Siedlungsentwicklung dieses Jahrhunderts ist.

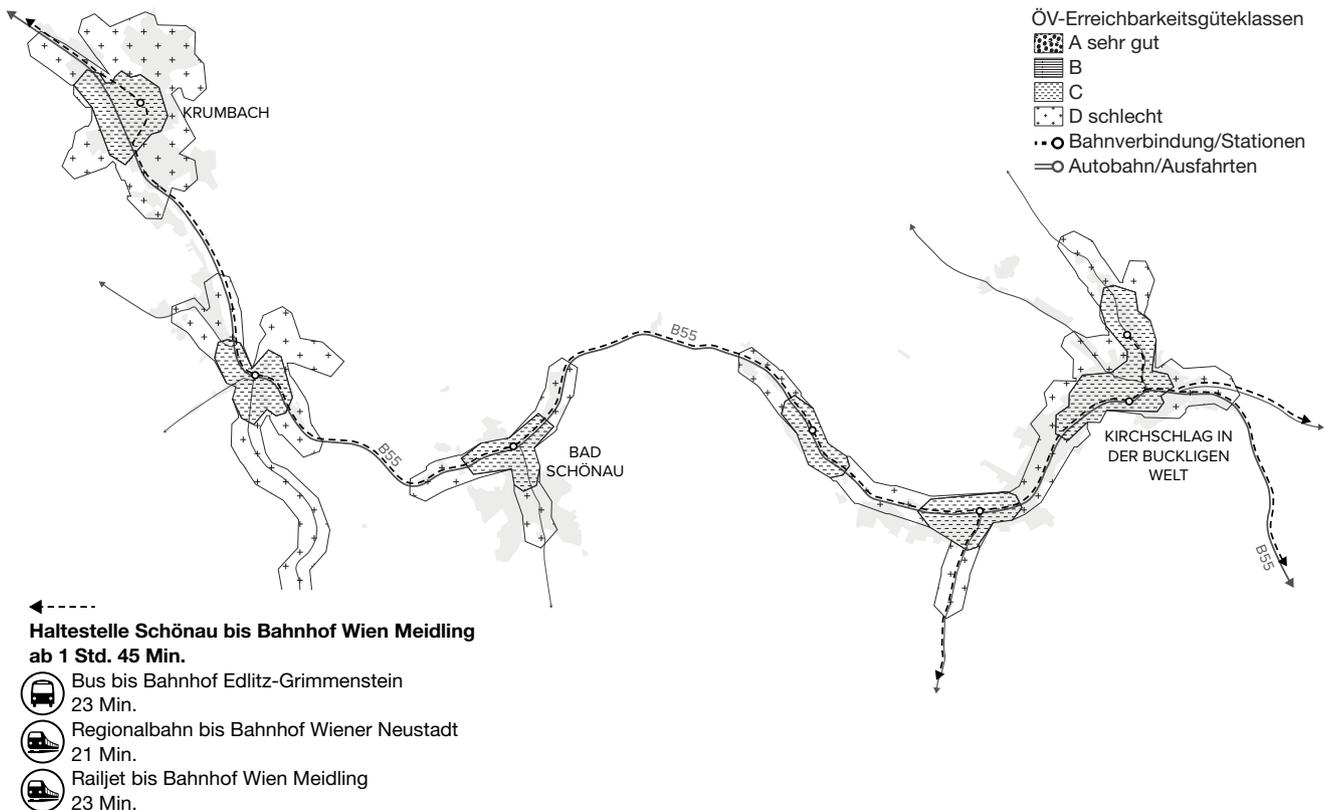
## 5.4 BAD SCHÖNAU (RAUMTYP D)

Bad Schönau ist eine kleine Kurgemeinde im südöstlichsten Teil des Industrieviertels an der Grenze Niederösterreich/Burgenland/Steiermark. Das disperse Gemeindegebiet umfasst sieben Ortschaften: Nur zwei der Ortschaften zählen heute über 50 EinwohnerInnen, Bad Schönau ist mit fast 500 EinwohnerInnen mit Abstand die größte. Die wenigen zentralen Funktionen befinden sich in Bad Schönau. Die Nahversorgung sowie Sozial- und Bildungseinrichtungen werden im Alltag über die Gemeindegrenzen hinaus auch in umliegenden Orten wie Krumbach und Kirchschlag genutzt.

In der Region existiert kein flächendeckendes ÖV-Angebot. Mit dem Pkw ist Wien in etwa einer Stunde Fahrzeit zu erreichen. Dementsprechend groß ist die Abhängigkeit vom MIV innerhalb der regionalen Bevölkerung. Regionalbusse verkehren ausschließlich entlang der Bundesstraße B55. In ca. 20 bis 40 Minuten Fahrzeit kann mit dem Bus einer der Bahnhöfe entlang der Aspangbahn erreicht werden, die aktuell mit niedriger Taktfrequenz betrieben wird (siehe Abb. 8) In der Buckligen Welt wurde, mit dem Blick auf den Tourismus, ein Fokus auf E-Bikes gelegt.

Als Kurort stellt der Tourismus den dominierenden Wirtschaftssektor in der Region dar. Mehrere Gesundheitseinrichtungen befinden sich am Rande des Gemeindegebiets. Ein Großteil der Arbeitsplätze Bad Schönaus ist direkt oder indirekt vom Tourismus abhängig. Die hohen Nächtigungszahlen von über 200 000 Personen im Jahr (550 am Tag) übertreffen die Zahl der EinwohnerInnen leicht. Die Bevölkerungsentwicklung der Gemeinde stagniert seit vielen Jahren und ist nun zum Teil rückläufig (Kurgemeinde Bad Schönau 2020; Statistik Austria 2017, 2019).

Abbildung 8: ÖV-Erreichbarkeitsgüteklassen in und um Bad Schönau

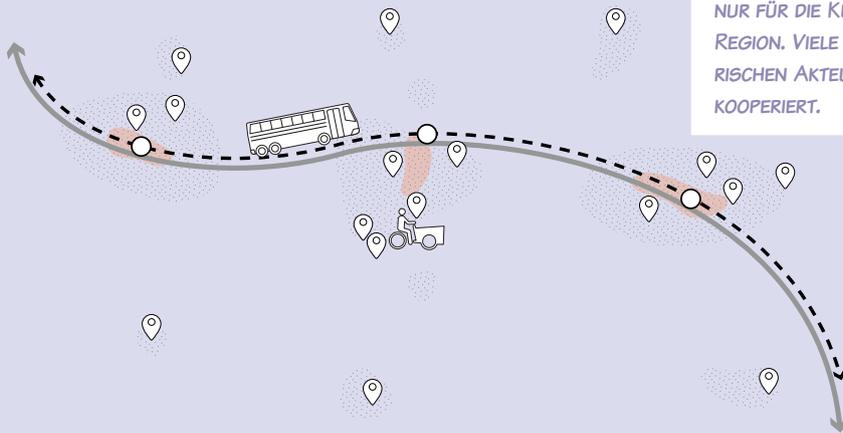


Darstellung: Michael Gidam und Lucia Paulhart

# TRANSFORMATIONSSTUFE 1

## MOBILITÄT IN DER „GEMEINSAMEN REGION BUCKLIGE WELT“

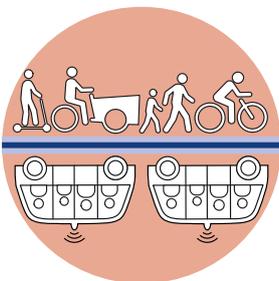
IN DIESEM RAUMTYP SPIELT WÄHREND DER ERSTEN TRANSFORMATIONSSTUFE DIE AUTOMATISIERUNG DES VERKEHRS KEINE ROLLE – WOHL ABER DIE VERNETZUNG: DIE BESTEHENDEN BE-MÜHUNGEN IM KONTEXT DER GEMEINSAMEN REGION BUCKLIGE WELT WERDEN WEITER BETRIEBEN UND EINE INTEGRATION DER UNTERSCHIEDLICHEN ANGEBOTE AUF EINER PLATTFORM ANGESTREBT. DIESE MOBILITÄTSPLATTFORM ENTSTEHT NICHT NUR FÜR DIE KURGEMEINDE, SONDERN UMFASST DIE GESAMTE REGION. VIELE DER RELEVANTEN VERKEHRS- UND RAUMPLANE-RISCHEN AKTEUR\*INNEN DREIER BUNDESLÄNDER HABEN HIERZU KOOPERIERT.



WÄHREND IN ANDEREN ÖRTEN SCHON MIT AUTOMATISIERTEN FAHRZEUGEN GETESTET WIRD, SETZT BAD SCHÖNAU DEN FOKUS DARAUFG, KINDER UND JUGENDLICHE MIT ALTERNATIVEN ZUM INDIVIDUALVERKEHR VERTRAUT ZU MACHEN. DAS POTENTIAL EINES AUTOMATISIERTEN SHUTTLES ALS MARKETINGINSTRUMENT FÜR DIE TOURISTISCHEN NUTZUNGEN IM ORT WIRD ERKANNT, NACH MÖGLICHKEIT WIRD VERSUCHT, EIN ENTSPRECHENDES PROJEKT ZU LANCIEREN.

# 1 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IN BAD SCHÖNAU

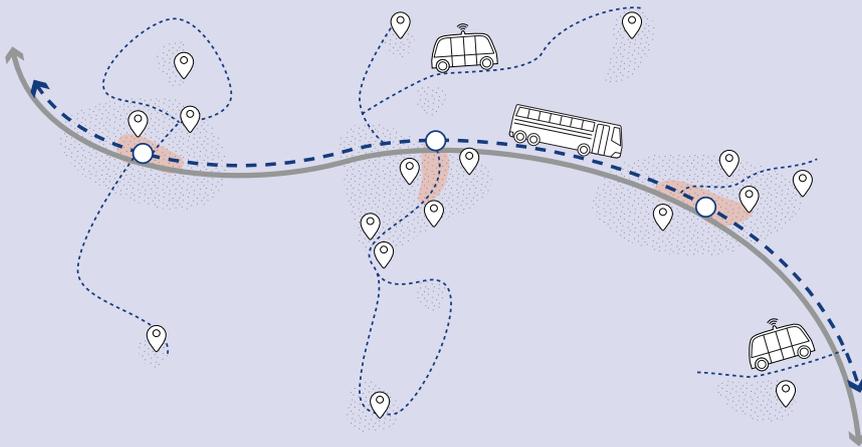
## MOBILITÄT



AV-SERVICES UND SANFTE MOBILITÄT GEHEN HAND IN HAND

## TRANSFORMATIONSSTUFE 2 AUTOMATISIERTE TOURISTISCHE MOBILITÄT

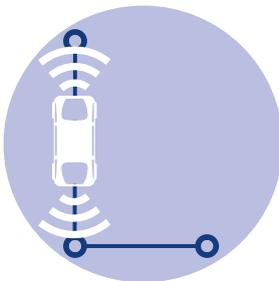
EIN MOBILITÄTSKONZEPT WIRD ZUSAMMEN MIT ANDEREN GEMEINDEN DER BUCKLIGEN WELT ENTWICKELT. ALS ERSTES PROJEKT MIT AUTOMATISIERTER MOBILITÄT IN BAD SCHÖNAU WERDEN ZWISCHEN DEN KUREINRICHTUNGEN UND ANDEREN TOURISTISCHEN ANGEBOTEN IM ORTSKERN BEDARFSBUSSE UMGESETZT. ZUDEM WERDEN MASSGESCHNEIDERTE ANGEBOTE FÜR SPEZIFISCHE TOURISTISCHE SEGMENTE ENTWICKELT.



AUF DEN WENIG BEFAHRENE STRASSEN IN DER BUCKLIGEN WELT WIRD WEITER VIEL RAD GEFahren, ABER NUN VERKEHREN HIER AUCH SHUTTLES, ETWA ZU GASTRONOMIEBETRIEBEN IM HINTERLAND. NEU IST AUCH DER VERBESSERTE ANSCHLUSS AN DIE ASPANGBAHN, DER AUF DER LANDSTRASSE VORERST NICHT AUTOMATISIERT, ABER MIT HOHER TAKTFREQUENZ UMGESETZT WIRD.

## 2 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IN BAD SCHÖNAU

### ANWENDUNG AV



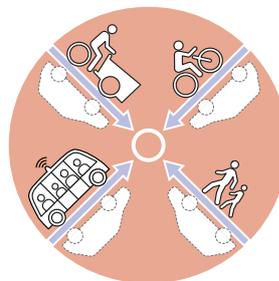
AV-SHUTTLEBUS

### MOBILITÄT



AV-SERVICES MIT  
ANDEREN SEKTOREN  
KOPPELN

### MOBILITÄT



ZUBRINGERSTRASSEN AV-FIT  
MACHEN

## TRANSFORMATIONSSTUFE 3

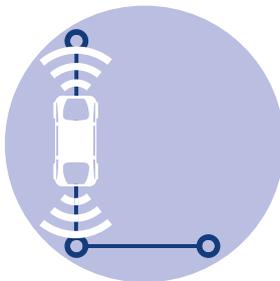
### ANSCHLUSS AN DEN REGIO-TRANSIT WIENER NEUSTADT



DIE BEGONNENE KOOPERATION WEITET SICH AUS. DIE BESTEHENDEN SERVICES UND INITIATIVEN WERDEN ZUSAMMENGEFÜHRT. BAD SCHÖNAU WIRD – ÄHNLICH DEN UMLANDGEMEINDEN VON MISTELBACH – MIT DEM REGIONALEN ZENTRUM WIENER NEUSTADT VERBUNDEN. VON DER GESTIEGENEN ERREICHBARKEIT PROFITIEREN NUN AUCH STÄRKER DIE BEWOHNERINNEN VOR ORT UND WEITERHIN DIE TOURISTINNEN IN DER REGION. DIE MOBILITÄTSPLATTFORMEN DER REGIONEN WERDEN ZU EINEM SYSTEM ZUSAMMENGEFÜHRT, DASS FÜR ALLE DENKBAREN WEGEZWECKE GENUTZT WERDEN KANN. UM DER GESTEIGERTEN ERREICHBARKEIT ENTLEGENER SIEDLUNGSTEILE ENTGEGENZUWIRKEN, WIRD EINE RIGOROSE BODENPOLITIK UMGESETZT.

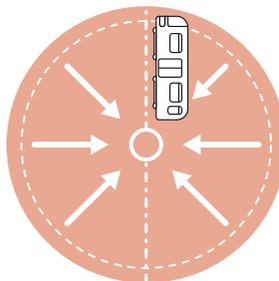
## 3 PRINZIPIEN DER TRANSFORMATION IN BAD SCHÖNAU

### ANWENDUNG AV



AV-SHUTTLEBUS

### MOBILITÄT



ERREICHBARKEIT ÜBERGEORDNETER ÖV-KNOTEN SICHERSTELLEN

### MOBILITÄT



LINIENFÜHRUNG MUSS ZENTRALE FUNKTIONEN VERBINDEN

### RAUM



EINZUGSBEREICHE VON AV-SERVICES MIT HOHEM ENTWICKLUNGSPOTENTIAL

## Diskussion und Reflexion

Die Situation von Bad Schönau mit seinen 500 EinwohnerInnen wirft die Frage auf, wo und zu welchem Zeitpunkt automatisierte Mobilitätsservices sinnvoll eingesetzt werden können. Diese Frage wurde insofern aufgegriffen, als dass die erste Transformationsstufe ohne den Einsatz von Automatisierung auskommen konnte, das jedoch nicht für andere, größere touristische Zentren gelten muss. Im Gegenteil: In der Freizeit oder im Urlaub befürworten mögliche NutzerInnen, neue Erfahrungen zu sammeln – ein Effekt, den sich auch automatisiertes Fahren im Kontext der Mobilitätswende zunutze machen könnte. Durch die Corona-Pandemie hat die Naherholung stark an Bedeutung gewonnen, weswegen dieser Weg an Bedeutung gewinnen könnte – nicht allein im Tourismus, sondern auch, um in weiterer Folge die Mobilitätschancen der Bevölkerung in vergleichbaren peripheren Lagen zu verbessern.

## 6. CONCLUSIO

Mit dieser explorativen Fallstudie wurde gezeigt, dass automatisierte und vernetzte Fahrzeuge – wenn diese der Verkehrswende dienlich sein sollen – nicht nach den immer gleichen oder verallgemeinerten Prinzipien in unterschiedlichen Räumen eingesetzt werden können, sondern die vielfältigen Ausgangspunkte und Beweggründe für den Einsatz verstanden werden müssen. Damit wird ein Bottom-up-Prinzip für den Einsatz von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen gefordert. Wenn es gelingt, automatisierte und vernetzte Fahrzeuge entsprechend der lokalen Problemstellungen und Herausforderungen einzusetzen, erhöhen sich gleichzeitig die Chancen für eine nachhaltige Transformation des Mobilitätssystems.

Die Narrationen in den unterschiedlichen Raumtypen und Transformationsstufen zeigen, dass es anspruchsvoller Planungsprozesse bedarf, wenn letztlich die Transformation zu einer serviceorientierten nachhaltigen Mobilität in unterschiedlichen räumlichen Kontexten gelingen soll. Die Fallanalyse verweist exemplarisch auf konkrete Planungsaufgaben, die in verschiedenen verkehrlich-räumlichen Konstellationen unerlässlich sein werden.

Eine solcherlei Transformation erfordert die Zeit und die Geduld, erste Impulse langsam und entsprechend der technologischen Voraussetzungen und der (lokalen) Akzeptanz vorzubereiten und zu setzen. Auch wenn beispielsweise automatisierte innerbetriebliche/gewerbliche Mobilitätsmanagements oder touristische Mobilitätsangebote vorerst kaum quantifizierbare Wirkungen im Sinne der Verkehrswende nach sich ziehen, so können sie doch erste Erfahrungen mit serviceorientierter automatisierter Mobilität prägen und damit die Basis für die Ausweitung von derartigen Angeboten im Bereich der Alltagsmobilität schaffen. Schließlich haben die Explorationen in allen Raumtypen dazu geführt, dass die letzte Transformationsstufe ein ganzheitliches Mobilitätssystem vorsieht und automatisierte und vernetzte Fahrzeuge auf sinnvolle Weise in das bestehende Mobilitätsangebot integriert werden (MaaS). Konkret stehen am Ende dieses transdisziplinären Prozesses folgenden gemeinsamen Dynamiken in allen Raumtypen:

- **Transformationsstufe 1:** Problemorientierte, zielgruppenspezifische und räumlich-begrenzte Pilotprojekte ermöglichen erste Erfahrungen mit avV.
- **Transformationsstufe 2:** Die Projekte zum avV stoßen in ihrem jeweiligen Wirkungsbereich auf weitgehende Zustimmung und Akzeptanz. Mit zunehmenden technologischen Möglichkeiten etablieren sich die Angebote und weiten sich räumlich und in ihrem Anwendungsspektrum aus.
- **Transformationsstufe 3:** Die Angebote sprechen weitere Zielgruppen an und erschließen neue räumliche Einzugsbereiche. Sie integrieren bestehende Mobilitätssysteme wie den öffentlichen Verkehr, die aktive Mobilität und Sharing-Angebote.

Die ersten Impulse in dieser schrittweisen Entwicklung werden in den beschriebenen Raumtypen durch verschiedene Akteursgruppen angestoßen (Großindustrie und -handel, Gemeinde, Region, Tourismusindustrie). Allerdings erfordert jedoch spätestens die Transformationsstufe 3 eine intensive Zusammenarbeit mit politisch-planerischen AkteurInnen. Je früher dies passiert, desto besser: Maßnahmen wie die Integration unterschiedlicher Mobilitätsangebote bzw. -anbieter in ein Tarifsystem, das Umsetzen einer gemeinsamen Mobilitätsplattform usw. können unabhängig vom technologischen Entwicklungsgrad der Fahrzeuge vorbereitet werden.

In allen vier Raumtypen hat sich gezeigt, dass der avV nicht als die Lösung aller Probleme gesehen werden kann. Entgegen der ursprünglichen Erwartungen ist ein positiver Beitrag nur in Teilbereichen wahrscheinlich. Wenn der avV zur Verkehrs- bzw. Mobilitätswende beitragen soll, dann ist folglich eine sinnvolle Zusammenführung von automatisierten Mobilitätsdienstleistungen mit anderen Angeboten des öffentlichen Verkehrs sowie aktiven Mobilitätsformen unabdingbar. Abschließend soll diese Fallstudie dazu anregen, entsprechende Vorbereitungen (Prozesse, Abstimmungen, Potentialanalysen) in verschiedenen räumlichen Kontexten bereits heute vorzunehmen. Es wird dem avV „alleine“ nicht gelingen, eine ökologisch nachhaltige Verkehrs- und Mobilitätswende einzuleiten. Vor allem in ländlichen Gebieten erscheint die Verkehrswende als nahezu nicht zu bewerkstellende Aufgabe. Nur wenn ein gemeinsames Interesse unterschiedlicher Akteure entsteht, avV nicht als Selbstzweck, sondern als ein Teil eines qualitativ hochwertigen öffentlichen Verkehrs zu entwickeln, der aktive Mobilitätsformen sinnvoll ergänzt und unterschiedliche Angebote bestmöglich integriert, dann bleibt der Weg in Richtung Verkehrswende durchaus möglich. In diesem Zusammenhang sollten lokale AkteurInnen auch stärker und umfassender befähigt werden, neue Formen der Zusammenarbeit im Hinblick auf die neue Mobilität zu entwickeln und weitere Schritte gemeinsam und entschieden zu setzen.

## LITERATUR

- Backhaus, W., S. Rupprecht und D. Franco 2019. „Road vehicle automation in sustainable urban mobility planning – Practitioner Briefing“. <https://tinyurl.com/y32u3s7f> (9.12.2020).
- Beiker, S. 2015. „Einführungsszenarien für höhergradig automatisierte Straßenfahrzeuge“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 197–218.
- Buchholz, M., J. Strohbeck, A. M. Adaktylos, F. Vogl, G. Allmer, S. C. Barros und C. Ponchel 2020. „Enabling automated driving by ICT infrastructure: A reference architecture“, Proceedings of 8th Transport Research Arena TRA 2020, Helsinki. <https://arxiv.org/pdf/2003.05229.pdf> (9.12.2020).
- Canzler, W., A. Knie, L. Ruhrort und C. Scherf 2018. *Erloschene Liebe? Das Auto in der Verkehrswende. Soziologische Deutungen*. Bielefeld: transcript.
- Dangschat, J. S. 2019. „Gesellschaftlicher Wandel und Mobilitätsverhalten. Die Verkehrswende tut Not!“, in *Mobilität. Nachrichten* der ARL (49) 1, 8–11.
- Dangschat, J. S. 2020a. „Raumwirksamkeit des individuellen hoch- und vollautomatisierten Fahrens“, in *Mobilität, Erreichbarkeit, Raum – (selbst-)kritische Perspektiven aus Wissenschaft und Praxis*, hg. v. A. Appel, J. Scheiner und M. Wilde. Wiesbaden: Springer VS, 103–122.
- Dangschat, J. S. 2020b. „Nachhaltige Mobilität – Herausforderungen der Stadtentwicklung“, in *Nachhaltige Industrie 2/2020*, 46–49.
- Dangschat, J. S., und A. Stickler 2020. „Kritische Perspektiven auf eine automatisierte und vernetzte Mobilität“, in *Jahrbuch StadtRegion 2019/2020*, hg. v. C. Hannemann, F. Othengrafen, J. Pohlan, B. Schmidt-Lauber, R. Wehrhahn und S. Güntner. Wiesbaden: Springer VS, 53–74.
- Die österreichische Bundesregierung 2020. „Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020–2024“. Wien. <https://tinyurl.com/uvnle8f> (1.9.2020).
- ERTRAC 2019 „Connected and Automated Driving Roadmap“, ERTRAC Working Group „Connectivity and Automated Driving“. Brüssel. [www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id57/ERTRAC-CAD-Roadmap-2019.pdf](http://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id57/ERTRAC-CAD-Roadmap-2019.pdf) (14.12.2020).
- Europäische Kommission 2019. „Der europäische grüne Deal“, COM(2019) 640 final. Brüssel. [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication\\_de.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_de.pdf) (1.9.2020).
- European Commission 2020. „State of the Union: Commission raises climate ambition and proposes 55% cut in emissions by 2030“. Download unter [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_20\\_1599](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_1599) (14.12.2020).

- Görgl, P., J. Eder, E. Gruber und H. Fassmann 2017. „Monitoring der Siedlungsentwicklung in der Stadtregion+. Strategien zur räumlichen Entwicklung der Ostregion“. Wien: Planungsgemeinschaft Ost. <https://tinyurl.com/y422s6zs> (10.12.2020).
- GVA (Gemeindeverband für Abgabeneinhebung und Umweltschutz) Mödling 2016. „Regionaler Leitplan Bezirk Mödling“. <https://tinyurl.com/y3nryplk> (10.12.2020).
- Harrouk, H. 2020. „BIG Designs Toyota Woven City, the World’s First Urban Incubator“, *ArchDaily*, 8.1.2020. <https://tinyurl.com/yyo3v3fb> (1.9.2020).
- IEA (International Energy Agency) 2020. „Changes in transport behaviour during the Covid-19 crisis“. Paris. <https://tinyurl.com/y32cn6xa> (1.9.2020).
- IHK 2020. „Zukunftsfähigkeit von Gewerbegebieten: Bausteine und Best-Practice-Beispiele“. Krefeld. <https://tinyurl.com/y4awp6qh> (10.12.2020).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2018. „Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty“, hg. v. V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor und T. Waterfield. Download unter [www.ipcc.ch/sr15/download/](http://www.ipcc.ch/sr15/download/) (10.12.2020).
- Kirchengast, G., H. Kromp-Kolb, K. Steininger, S. Stagl, M. Kirchner, C. Ambach, J. Grohs, A. Gutsohn, J. Peisker und B. Strunk 2019. *Referenzplan als Grundlage für einen wissenschaftlich fundierten und mit den Pariser Klimazielen in Einklang stehenden Nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich (Ref-NEKP)*. Wien: Verlag der ÖAW. <https://tinyurl.com/yylaffec> (10.12.2020).
- Kugoth, J. 2020. „Gesetzentwurf: Wo Roboshuttles rollen sollen“, *Tagesspiegel Background*, 11.5.2020. <https://tinyurl.com/y2h7lwx9> (1.9.2020).
- Kurgemeinde Bad Schönau 2020. „Öffentlicher Verkehr“. <https://tinyurl.com/y3anj5p3> (1.9.2020).
- Kyriakidis, M., J. C. de Winter, N. Stanton, T. Bellet, B. van Arem, K. Brookhuis und Reed 2019. „A human factors perspective on automated driving“, in *Theoretical Issues in Ergonomics Science* (20) 3, 223–249.
- Lenz, B., und E. Fraedrich 2015. „Neue Mobilitätskonzepte und autonomes Fahren: Potenziale der Veränderung“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 175–196.
- Madadi, B., R. van Nes, M. Snelder und B. van Arem 2019. „Assessing the travel impacts of subnetworks for automated driving: An exploratory study“, in *Case Studies on Transport Policy* (7) 1, 48–56.
- Manders, T., und E. Klaassen 2019. „Unpacking the smart mobility concept in the Dutch context based on a text mining approach“, in *Sustainability* (11) 23, 1–24.
- Matthes, G., und C. Gertz 2014. „Raumtypen für Fragestellungen der handlungstheoretisch orientierten Personenverkehrsforschung“, ECTL Working Paper 45. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Verkehrsplanung und Logistik. <https://tinyurl.com/y4plqe8m> (10.12.2020).
- McDonald, S. S. 2012. „Personal rapid transit and its development“, in *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*. New York: Springer, 7777–7797. DOI: 10.1007/978-1-4419-0851-3\_671.
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuven und I. Banerjee 2020. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*. Berlin: Springer Vieweg.
- Mueller, A. S., J. B. Cicchino und D. S. Zuby 2020. *What humanlike errors do autonomous vehicles need to avoid to maximize safety?* Arlington: IHS.
- ÖROK (Österreichische Raumordnungskonferenz) 2017. „Für eine Stadtregionspolitik in Österreich. Ausgangslage, Empfehlungen & Beispiele“, *ÖROK-Empfehlung Nr. 55*. Wien. <https://tinyurl.com/yshmv5g> (11.12.2020).
- Pangbourne, K., M. N. Mladenović, D. Stead und D. Milaki 2020. „Questioning mobility as a service: Unanticipated implications for society and governance“, in *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 131, 35–49.
- Perret, F., F. Bruns, L. Raymann, S. Hofmann, R. Fischer, C. Abegg, P. Haan, R. de Straumann, S. Heuel, M. Deublein und C. Willi 2017. *Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz*. Zürich: EBP und Basler Fonds.

- Ratti, C., M. Bonino und M. Sun (Hrsg.) 2020. „Eyes of the City“, Ausstellung, UABB 2019, Shenzhen. [https://drive.google.com/file/d/1W9bfj7cWyr\\_RGeOst09ppqOOKcgc5iw-u/view](https://drive.google.com/file/d/1W9bfj7cWyr_RGeOst09ppqOOKcgc5iw-u/view) (1.9.2020).
- Rudolph, F., T. Koska und C. Schneider 2017. „Verkehrswende für Deutschland: Der Weg zu CO<sub>2</sub>-freier Mobilität bis 2035“. Wuppertal: Greenpeace. <https://tinyurl.com/yxn2mfwq> (10.12.2020).
- Schwedes, O. 2017. *Verkehr im Kapitalismus*. Münster: Westfälisches Dampfboot.
- Shladover, S. E. 2016. „The Truth about ‚Self-Driving‘ Cars: They are coming, but not the way you may have been led to think“, in *Scientific American* (314) 6, 52–57.
- Shladover, S. E. 2018. „Connected and automated vehicle systems: Introduction and overview“, in *Journal of Intelligent Transportation Systems* (22) 3, 190–200.
- Sieverts, T. 2018. „Rurale Landschaften. Vom Aufheben des Ländlichen in der Stadt auf dem Wege in das Anthropozän“, in *Rurbane Landschaften. Perspektiven des Ruralen in einer urbanisierten Welt*, hg. v. S. Langner und M. Frölich-Kulik. Bielefeld: transcript, 31–47. DOI: 10.14361/9783839444283-003.
- Soteropoulos, A., M. Berger und F. Ciari 2019. „Impacts of automated vehicles on travel behaviour and land use: an international review of modelling studies“, in *Transport Reviews* (39) 1, 29–49.
- Soteropoulos, A., M. Mitteregger, M. Berger und J. Zwirchmayr 2020. „Automated drivability: Toward an assessment of the spatial deployment of level 4 automated vehicles“, in *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 136, 64–84.
- Stadtgemeinde Ebreichsdorf 2014. *Örtliches Entwicklungskonzept Ebreichsdorf (ÖEK)*. <https://tinyurl.com/y6bjomy5> (11.12.2020).
- Stadt Mistelbach 2014. *Örtliches Entwicklungskonzept Mistelbach (ÖEK)*. Download unter [www.mistelbach.at/politik-buergerservice/bauen-planen-raum/raum/oertliches-entwicklungskonzept/](http://www.mistelbach.at/politik-buergerservice/bauen-planen-raum/raum/oertliches-entwicklungskonzept/) (11.12.2020).
- Statistik Austria 2017. „Abgestimmte Erwerbsstatistik 2018“. Wien. Download unter [www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/bevoelkerung/volkszaehlungen\\_registerzaehlungen\\_abgestimmte\\_erwerbsstatistik/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/volkszaehlungen_registerzaehlungen_abgestimmte_erwerbsstatistik/index.html). (1.9.2020).
- Statistik Austria 2019. „Statistik des Bevölkerungsstandes“. Wien. Download unter [www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/bevoelkerung/volkszaehlungen\\_registerzaehlungen\\_abgestimmte\\_erwerbsstatistik/bevoelkerungsstand/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/volkszaehlungen_registerzaehlungen_abgestimmte_erwerbsstatistik/bevoelkerungsstand/index.html) (1.9.2020).
- STRIA 2019. *Roadmap on Connected and Automated Transport: Road, Rail and Waterborne*. Brüssel: Europäische Kommission.
- SUM (Stadt-Umland-Management) 2020. „Wien und das Umland sind das Einzugsgebiet des SUM“. [www.stadt-umland.at/stadtregion/wien-und-das-umland.html](http://www.stadt-umland.at/stadtregion/wien-und-das-umland.html) (1.9.2020).
- Taeihagh, A., und H. S. M. Lim 2019. „Governing autonomous vehicles: emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks“, in *Transport Reviews* (39) 1, 103–128.
- Transport & Environment 2020. „How European transport can contribute to an EU -55% GHG emissions target in 2030“. Brüssel. <https://tinyurl.com/y5rt2nmc> (14.12.2020).
- Umweltbundesamt 2019. „Klimaschutzbericht. Analyse der Treibhausgas-Emissionen bis 2017“. Wien. <https://tinyurl.com/y415tujc> (10.12.2020).
- VCÖ (Verkehrsclub Österreich) 2016. „Schere zwischen Stadt und Land geht in der Mobilität zunehmend auseinander“. Wien. <https://tinyurl.com/yyvvenmu> (1.9.2020).
- VCÖ 2019. „In Gemeinden und Regionen Mobilitätswende voranbringen“, *Mobilität mit Zukunft 1/2019*. Wien. <https://tinyurl.com/y54wz84h> (11.12.2020).
- Wachenfeld, W., H. Winner, C. Gerdes, B. Lenz, M. Maurer, S. A. Beiker und T. Winkle 2015. „Use-cases des autonomen Fahrens“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 9–37.
- Wefering, F., S. Rupprecht, S. Bührmann und S. Böhler-Baedeker 2013. „Guidelines: Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan“. Brüssel: Europäische Kommission.
- Wittmayer, J., und K. Hölscher 2017. „Transformationsforschung. Definitionen, Ansätze, Methoden“. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. <https://tinyurl.com/y3dstmst> (10.12.2020).

# ANHANG

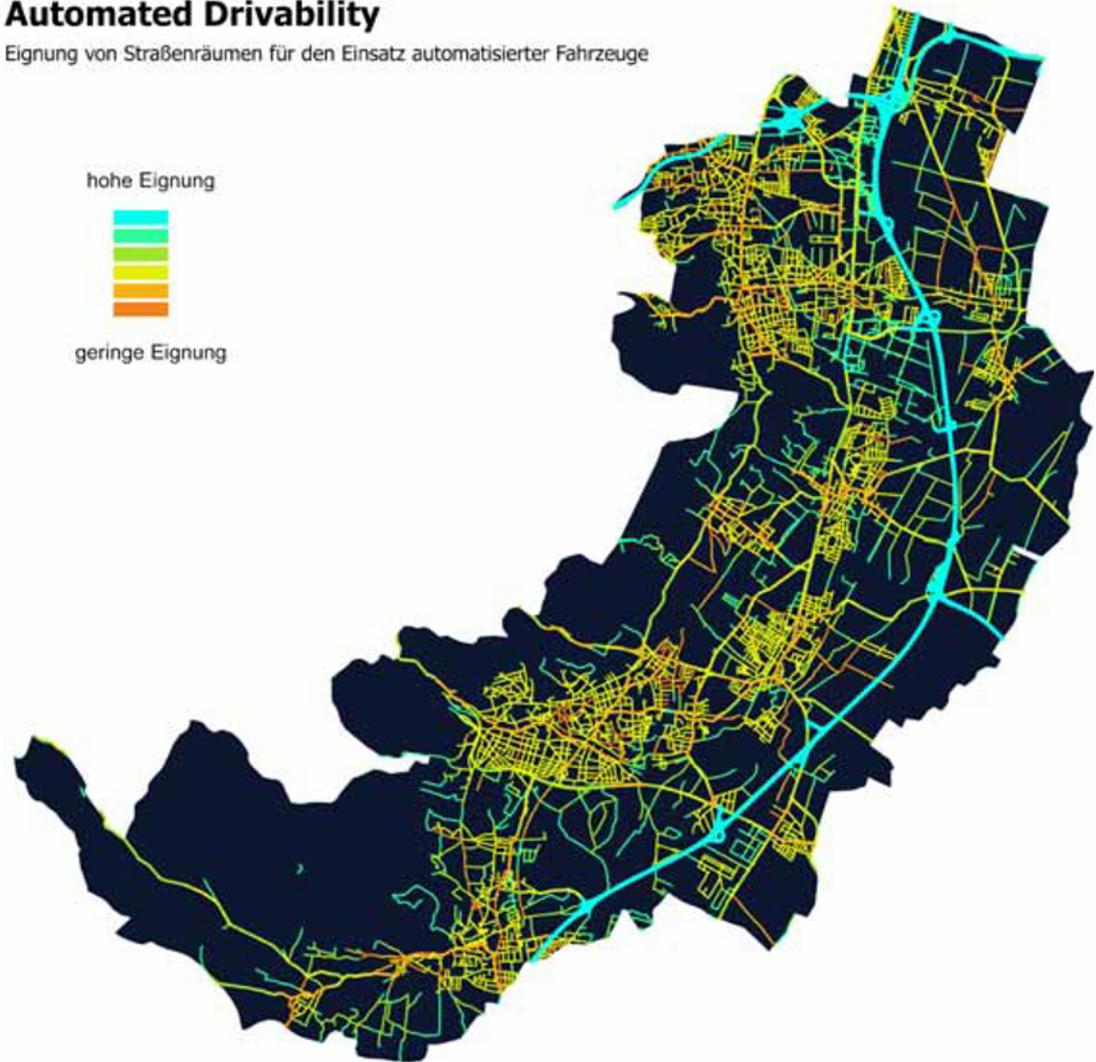
## Abbildung A1: Teilnehmerliste der Fokusgruppen

Daniela Allmeier	TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (IFOER)
Ian Banerjee	TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Soziologie (ISRA)
Martin Berger	TU Wien, Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)
Willem Brinkert	Zukunftsorte Munderfing
Emilia Bruck	TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (IFOER)
Jens S. Dangschat	TU Wien, Forschungsbereich Soziologie (ISRA)
Oliver Danninger	Landesregierung Niederösterreich, Raumordnung und Gesamtverkehrsangelegenheiten, Abteilungsleiter
Britta Fuchs	NÖ regional, Mobilitätsmanagement Industrieviertel
Michael Gidam	TU Wien, Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)
Peter Görgl	Universität Wien, Raumforschung und Raumordnung
Erwin Hoffmann	Gemeinde Mistelbach, Bauamt
Heinrich Humer	Gemeinde Ebreichsdorf, Gemeinderat, Arbeitskreis Zukunft
Mathias Mitteregger	TU Wien, future.lab Research Center
Marleen Roubik	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Martin Russ	AustriaTech, Geschäftsführer
Rudolf Scheuven	TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Örtliche Raumplanung (IFOER)
Aggelos Soteropoulos	TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)
Andrea Stickler	TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Soziologie (ISRA)
Johann Stixenberger	Zukunftsorte Waidhofen
Lucia Paulhart	TU Wien, future.lab Research Center
Renate Zuckerstätter-Semela	SUM-Nord, Managerin

Abbildung A2: Tauglichkeit der Bestandsstraßen im Wiener Süden (Raumtyp A)

### Automated Drivability

Eignung von Straßenräumen für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge



Darstellung: Aggelos Soteropoulos

**Abbildung A3:** Liniennetz für automatisierte Services im IZ NÖ-Süd (Raumtyp A)



Liniennetz des Arealpiloten in der Transformationsstufe 1



Erweiterung durch Expresslinien (grün und blau) zwischen den Anschlussstellen in der Transformationsstufe 2

Darstellung: Stefan Bindreiter

**Abbildung A4:** Tauglichkeit der Bestandsstraßen in der Region Mistelbach (Raumtyp B)

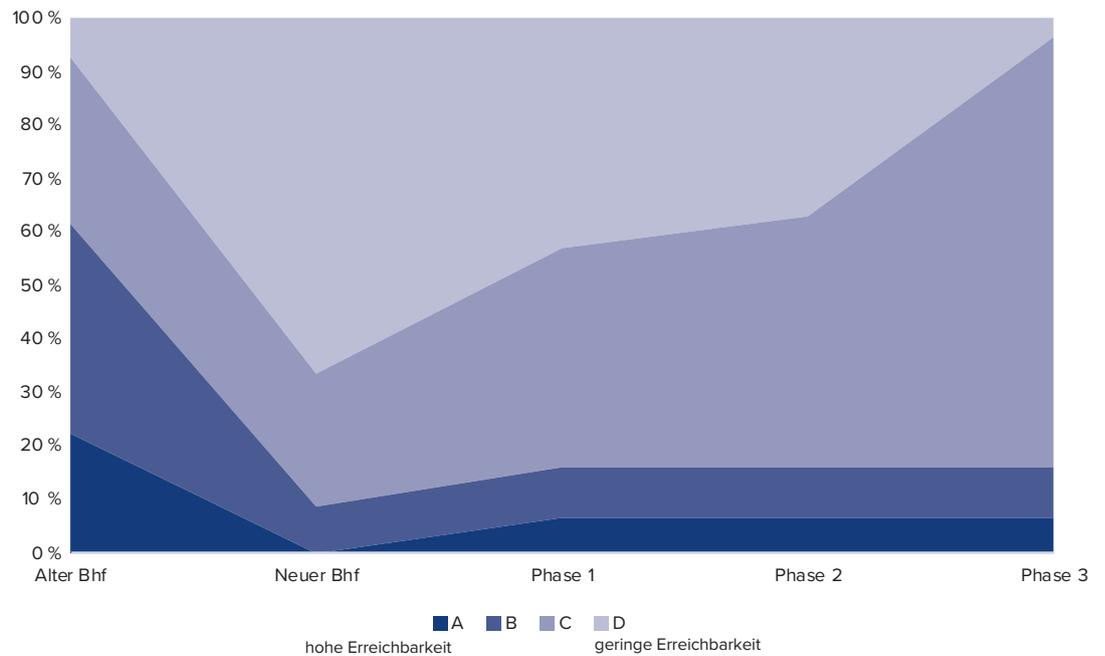
**Automated Drivability**

Eignung von Straßenräumen für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge



Darstellung: Aggelos Soteropoulos

**Abbildung A5:** ÖV-Erreichbarkeitsveränderung in Ebreichsdorf (Raumtyp C) während der Transformationsstufen



Quelle: eigene Darstellung

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





# 15 Chancen vergangener Fehler: Flächenpotentiale am Weg zu einem automatisierten Mobilitätssystem

Mathias Mitteregger, Aggelos Soteropoulos

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>316</b>
<b>2.</b>	<b>Am Weg zu einem automatisierten, vernetzten und service-orientierten Verkehrssystem</b>	<b>317</b>
2.1.	Flächeninanspruchnahme von Verkehrsträgern	317
2.2.	Flächeninanspruchnahme, Komponenten und Charakteristika unterschiedlicher Verkehrsträger	319
2.3.	Flächeninanspruchnahme des öffentlichen Personennahverkehrs	319
2.4.	Flächeninanspruchnahme des Individualverkehrs	320
2.5.	Die Standorte der neuen Fahrdienstleister	321
<b>3.</b>	<b>Zur Untersuchung Pkw-assoziierter Konversionsflächen in der Stadtregion Wien</b>	<b>325</b>
3.1.	Das Beispiel Stadtregion Wien	325
3.2.	Auswahl der Pkw-assozierten Betriebe	326
3.3.	Zur Untersuchung auf Stadtregionsebene	327
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse der Untersuchung Pkw-assoziierter Konversionsflächen in der Stadtregion Wien</b>	<b>328</b>
4.1.	Untersuchung auf Stadtregionsebene	328
4.2.	Vertiefte Untersuchung in einer Beispielmunicipalität	332
<b>5.</b>	<b>Conclusio und Diskussion</b>	<b>334</b>
	<b>Literatur</b>	<b>335</b>

---

Mathias Mitteregger  
TU Wien, future.lab Research Center  
mathias.mitteregger@tuwien.ac.at

Aggelos Soteropoulos  
TU Wien, future.lab Research Center & Forschungsbereich Verkehrssystemplanung (IVS)  
aggelos.soteropoulos@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_15)

# 1. EINLEITUNG

Die technologische Entwicklung automatisierter und vernetzter Fahrzeuge wird in jüngerer Zeit deutlich zurückhaltender bewertet als in den frühen Jahren des Hypes. Ein revolutionäres Szenario, in dem es einem Marktakteur aus der IT-Industrie gelingt, abrupt ein automatisiertes Fahrsystem zu lancieren, das in allen Fahrsituationen besteht, die auch menschliche FahrerInnen meistern (Beiker 2015), wird mittelfristig weitestgehend ausgeschlossen. Anstelle der angenommenen Revolution steht heute die Herausforderung einer Jahrzehnte dauernden Übergangszeit, des „Langen Level 4“, währenddessen nur Teile des Straßennetzes automatisiert befahren werden können (Mitteregger et al. 2020, Soteropoulos et al. 2020).

Eine umfassende urbane Transformation, mit Folgen weit über den Verkehrssektor hinaus, bleibt trotzdem zu erwarten: Die Vergangenheit hat gezeigt, dass mit dem Wandel von zusammenhängenden technologischen Systemen (vgl. Freeman/Perez 1988), der sich gegenwärtig durch die Automatisierung und Vernetzung des Verkehrs anbahnt bzw. gerade beginnt, Ketten aus Reformen und Revolutionen in Gang gesetzt werden, die Gesellschaften einiges abverlangen und sich auch im gebauten Raum zeigen (vgl. Headrick 1994, Schmitz 2001, Geels/Schot 2010). Räumliche Effekte des technologischen Wandels unterscheiden sich in Vorreiterregionen in wesentlichen Aspekten zu jenen in den Regionen der „Nachzügler“ (Grübler 1992, Rogers 2003). Eine grundlegende Gemeinsamkeit jedoch bleibt: Während des Übergangs von einem Technologie- bzw. Verkehrssystem zum nächsten schwinden die Flächenbedarfe des alten Systems, während gleichzeitig neue durch das nächste Technologie- bzw. Verkehrssystem entstehen (Grübler 1990). So wurde beispielsweise am Beginn des Bahnzeitalters Platz für die Schieneninfrastruktur und alle möglichen Betriebsflächen geschaffen, indem Gebäude in den Armenvierteln abgerissen (Bruinsma et al. 2008) oder neue Flächen an den Siedlungsrändern ausgewiesen wurden (Bellet 2009, Bertolini/Spit 2005).

Eine entsprechende räumliche Entwicklungsdynamik ist auch am Weg zu einem automatisierten und vernetzten Verkehrssystem zu erwarten. Im vorliegenden Beitrag werden grundlegende Aspekte dieses Wandels systematisch betrachtet und am Fallbeispiel der „functional urban area“ (FUA) Wien quantitativ und qualitativ erfasst. In Abschnitt 2 wird der angewandte Analyserahmen dargelegt: Um die direkte Flächeninanspruchnahme unterschiedlicher Verkehrsträger zu erfassen, wird ein Modell vorgestellt, das auf Basis von Produktlebenszyklusanalysen entwickelt wurde. Das Modell wird an den Beispielen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), des Individualverkehrs und der Fahrdienstleister (wie etwa Uber oder Lyft) illustriert und die jeweils charakteristische Flächeninanspruchnahme der Teilkomponenten der Systeme beschrieben. Am Ende des zweiten Abschnitts werden bereits entstandene Standorte von Fahrdienstleistern, die vielfach als Vorboten automatisierter Mobilitätsservices gesehen werden, detaillierter betrachtet. Auf Basis dieser Analyse von städtebaulichen Merkmalen und Ausstattungskriterien werden allgemeine räumliche Prinzipien für eine mögliche Flächeninanspruchnahme automatisierter Mobilitätsservices entwickelt. In Abschnitt 3 wird das Modell zur Flächeninanspruchnahme von Verkehrssystemen mittels einer GIS-basierten Analyse, d. h. unter Anwendung eines Geoinformationssystems, für die FUA Wien herangezogen. Dazu wurde ein Datensatz von Herold, einem Unternehmen, das auf digitale Medien und Marketingservices spezialisiert ist und die österreichischen Telefonbücher herausgibt, verwendet, in dem Firmen in Österreich nach der wirtschaftlichen Aktivitätsklassifikation, den sogenannten ÖNACE-Kategorien, erfasst und räumlich verortet sind. Betrachtet werden die Komponenten des Systems Individualverkehr, jene des öffentlichen Verkehrs (ÖV) werden explizit nicht betrachtet. In Abschnitt 4 werden die Ergebnisse der Untersuchung Pkw-assoziierter Betriebe hinsichtlich deren Lage und räumlicher Charakteristika dargestellt und so die These des sek-

toralen Umbaus der Automobilwirtschaft auf den regionalen Maßstab übertragen. Abschnitt 5 schließt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Untersuchung mit einer Conclusio und Diskussion sowie einem Ausblick hinsichtlich der Frage, inwieweit die potentiellen zukünftigen Transformationsflächen im Kontext der Innenentwicklung, die die Entwicklung im Bestand vor jener auf der „grünen Wiese“, auf bisher unbebautem Gebiet, stellt, genutzt werden könnten.

## 2. AM WEG ZU EINEM AUTOMATISIERTEN, VERNETZTEN UND SERVICEORIENTIERTEN VERKEHRSSYSTEM

Automatisierte und vernetzte Mobilität wird meist als Teilmenge der „Shared Mobility“ und „Mobility as a Service“ beschrieben bzw. als das Innovationssystem, das eine umfassende Serviceorientierung im Mobilitätssektor durchsetzen könnte (Shaheen/Cohen 2019). Der Transportsektor steht vor einem Wandel, in dessen Verlauf etablierte Gegensatzpaare wie etwa Individual- und öffentlicher Verkehr und auch Personen- und Güterverkehr obsolet werden könnten (Lenz/Fraedrich 2015; Mitteregger et al. 2020: 43). Bislang haben Studien zu möglichen räumlichen Effekten dieses Wandels insbesondere freiwerdende Parkplatzflächen als die Transformationsräume der Zukunft diskutiert (Alessandrini et al. 2015, Heinrichs 2016, Stead/Vaddadi 2019). Zahlreiche Simulationsstudien zu automatisierten Car- und Ride-Sharing-Services kommen zu dem Ergebnis, dass durch die Abkehr vom Pkw im Privatbesitz der Bedarf an Parkplätzen radikal – um bis zu 80 bis 90 Prozent – sinken kann (Soteropoulos et al. 2019).

Wenn Parkplatzflächen allein als mögliche Transformationsräume diskutiert werden, wird jedoch die Wirkmacht des Wandels von technologischen Systemen unterschätzt. Zum einen ist der Erkenntnishorizont dieser Studien begrenzt, da sich der schwindende Parkplatzbedarf nicht umfassend mit den verwendeten Modellen darstellen lässt und häufig nur ein angenommenes Verhältnis von (Privat-)Fahrzeugen, die durch automatisierte Car- und Ride-Sharing-Services ersetzt werden, zu wegfallenden Parkplätzen herangezogen wird (ebd.).<sup>1</sup> Dass zum anderen schon der Fokus dieser Studien zu kurz gegriffen ist, zeigt sich daran, wie die wirtschaftlichen Effekte des Wandels im Verkehrssektor bewertet werden, die eben nicht nur die Parkraumbewirtschaftung betreffen. Wenn Mobilität im Besitz zu einer situativen, konsumierten Mobilität wird, dann ist der gesamte Sektor der Automobilwirtschaft (Bormann et al. 2018) und der des öffentlichen Verkehrs betroffen (Sommer 2018) – und alle Betriebe, die diesen beiden Sektoren zugeordnet werden. Die möglichen räumlichen Effekte eines solchen Wandels umfassen somit nicht nur Parkplatzflächen, sondern potentiell alle Flächen, die über Produktion, Vertrieb bis hin zu Wartung und Betrieb unmittelbar mit dem Verkehrssektor verbunden sind.

### 2.1. FLÄCHENINANSPRUCHNAHME VON VERKEHRSTRÄGERN

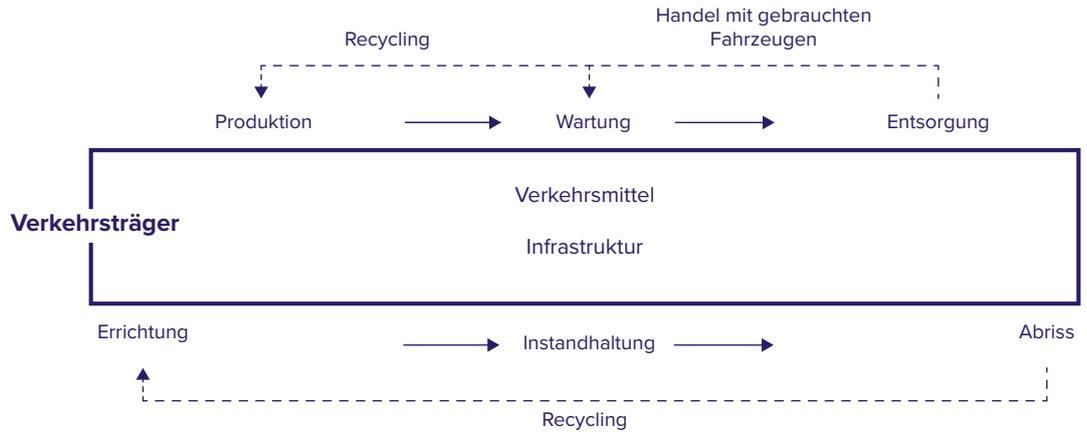
Um mögliche Transformationsflächenpotentiale umfassend zu berücksichtigen, werden hier alle Wirtschaftszweige betrachtet, die als Komponenten eines zusammenhängenden Systems für das Funktionieren eines Verkehrsträgers unabdingbar sind (Abb. 1). Für die hier angestellte

---

1 Hier zeigt sich, dass die etablierten Methoden und akzeptierten Analysen für eine Phase der Normalwissenschaft ausgelegt wurden und Paradigmenwechsel nur unzureichend beschreiben (Kuhn 1967).

Betrachtung (und die gewählte Beispielregion) wird vereinfachend angenommen, dass Firmen, die (Straßen-)Infrastruktur errichten, instandhalten, rückbauen und recyceln, in geringerem Maße von den Folgen des Wandels betroffen sein werden, da automatisierte und vernetzte Fahrsysteme zumindest Teile der bestehenden Straßeninfrastruktur nutzen können (vgl. unteres Drittel in Abbildung 1 sowie STRIA 2019).

**Abbildung 1:** Diagrammatische Darstellung des Produktlebenszyklus von Verkehrsträgern



Quelle: eigene Darstellung nach Spielmann/Scholz (2005: 86)

Auf diese allgemeine Systematik aufbauend wurde das in Abbildung 2 dargestellte Modell für die weitere Analyse entwickelt. Neben der Produktion, die in der Beispielregion von marginaler Bedeutung ist, wurde der Handel ergänzt, der vor allem im Individualverkehr von Bedeutung ist. In der Gegenüberstellung der Verkehrsträger Individualverkehr, ÖPNV und Fahrdienstleister werden die die Flächeninanspruchnahme prägenden Charakteristika bereits sichtbar. Fahrdienstleister stehen hier für Firmen wie Uber, Lyft oder Bolt (vgl. Abb. 5 und 6) und auch spezialisierte Drittanbieter wie Splend oder Drover, die Services für FahrerInnen anbieten.

**Abbildung 2:** Der Produktlebenszyklus ausgewählter Verkehrsträger und derer Komponenten.

Verkehrsträger	Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)	Individualverkehr (Pkw)	Fahrdienstleister
Produktion, Handel	Fahrzeughersteller -	Fahrzeughersteller Groß-, Einzel- und Gebrauchtwagenhandel	Fahrzeughersteller -
Betrieb	Straßen-, Schienennetz, Haltestellen, Bahnhöfe Betriebsbahnhof (Depot, Remise), Anlagen für Personal usw.	Straßennetz, Parkplätze, Tankstellen, Waschanlagen, Werkstätten usw.	Straßennetz, Haltezonen Driver Center
Wartung			
Entsorgung	Schrott-, Abfallwirtschaft, Recycling		

Quelle: eigene Darstellung

Die Gegenüberstellung der Verkehrsträger in Abbildung 2 zeigt, dass die Komponenten einer serviceorientierten Mobilität, durchgeführt von öffentlichen oder privaten Fahrdienstleistern, andere räumliche Anforderungen stellen werden als jene, die aus dem Individualverkehr bekannt sind: Groß-, Einzel- und Gebrauchtwagenhandel existieren, wenn überhaupt, nur mehr in radikal veränderter Form (vgl. Bormann et al. 2018: 18). Aktuelle Entwicklungen verdeutlichen die Dilemmata, mit denen der Fahrzeughandel in Europa zu kämpfen hat (Eckl-Dorna 2020). Dass auch die regionalen ökonomischen Folgen erheblich sein dürften, zeigt das Mengengerüst des Aftersales-Geschäfts im Individualverkehr (der Handel mit Ersatzteilen, das Durchführen von Reparaturen und Services, technischer Support usw.), dessen Wertschöpfung großteils lokal erbracht wird (Cohen et al. 2006): Die Umsätze in diesem Bereich wurden 2017 für Europa mit 242 Milliarden Euro bewertet (McKinsey 2018) und würden im Zuge der Transformation des Verkehrssystems komplett neu verteilt.

## **2.2. FLÄCHENINANSPRUCHNAHME, KOMPONENTEN UND CHARAKTERISTIKA UNTERSCHIEDLICHER VERKEHRSTRÄGER**

Der Blick auf die Vergangenheit macht deutlich, dass mit der Folge von einem dominanten Verkehrsträger zum nächsten Konversionsflächen über alle in Abbildung 2 angeführten Teilbereiche anfielen. Die jeweils unterschiedlichen Entwicklungspotentiale wurden differenziert genutzt: Mit der zunehmenden Durchsetzung des Pkw schrumpfte das Schienennetz und Betriebs- oder Güterbahnhöfe wurden obsolet. Entsprechend schwanden auch Arbeits- und Schlafstätten für das Personal der Eisenbahngesellschaften. Wo Bedarf bestand, wurden all diese Orte zu wertvollen Ressourcen der Siedlungsentwicklung. Anstelle der Güterbahnhöfe und Remisen entstanden in ganz Europa neue Quartiere, urbane Megaprojekte oder wiederum Verkehrsknoten für Hochgeschwindigkeitszüge (Bertolini et al. 2012). Arbeitersiedlungen wurden abgerissen oder adaptiert und neuen Nutzungen zugeführt (vgl. Burghart/Hertenberger 2018). In selteneren Fällen wurden diese Flächen von den Bahnbetreibern nicht immobilienwirtschaftlich verwertet, sondern als Freiräume gesichert. Die räumlichen Charakteristika der Verkehrsträger werden nachfolgend aus ihrer betrieblichen Logik im Detail entwickelt, wobei besonderes Augenmerk auf die jüngste Gruppe der Fahrdienstleister gelegt wird.

## **2.3. FLÄCHENINANSPRUCHNAHME DES ÖFFENTLICHEN PERSONENNAHVERKEHRS**

Die Teilkomponenten des ÖPNV sind typischerweise entlang der Infrastruktur konzentriert und in hybriden Betriebsflächen versammelt, die Funktionen wie Wartung, Verkehrsleitung, Parken und andere (Abb. 3). Diese Konzentration rührt vor allem daher, dass lokale Verkehrsbetriebe interne Abläufe möglichst synergetisch und effizient gestalten müssen. Mehrere Funktionen an einem Standort machen es zum Beispiel möglich, allgemeine Flächen im Raumprogramm der Gebäude (Räume für das Personal) oder Nutzungen (z. B. Ersatzteillager für die Garnituren mehrerer Linien) besser auszulasten. Dass diese Synergien durchaus über den Verkehrssektor hinausreichen, ist heute noch am Leistungsspektrum kommunaler Infrastrukturdienstleister abzulesen. Die Elektrizität, die in Kraftwerken für Straßen-, U- und S-Bahn gewonnen wird, wird noch heute in städtische Stromnetze eingespeist.

Das Schienennetz und die Betriebsstandorte des ÖPNV bilden, da unzugänglich, meist städtebauliche Barrieren, die mit der Zeit von wachsenden Städten umschlossen wurden. Gleichzeitig macht die hohe Personenfrequenz an Bahnhöfen und Haltestellen diese Standorte attraktiv für andere Funktionen, wie etwa Einzelhandel oder Büros, und hat so die Bildung von Zentren gefördert (Bertolini 2017).

**Abbildung 3:** U-Bahn-Bahnhof Erdberg, Wien



Foto: Vienna GIS

## 2.4. FLÄCHENINANSPRUCHNAHME DES INDIVIDUALVERKEHRS

Der Individualverkehr stellt auf mehreren Ebenen eine Inversion der Prinzipien des ÖPNV dar. Der Pkw im Privatbesitz hat dazu geführt, dass ehemals konzentrierte Funktionen gewissermaßen explodiert sind und nun dispers verteilt entlang des ungleich dichteren Straßennetzes über die gesamte Siedlungsstruktur verteilt liegen. Dadurch hat das Auto dazu beigetragen, dass räumliche Unterschiede nivelliert wurden, eine Gleichförmigkeit, die heute, vor allem wenn vom suburbanen Raum die Rede ist, im Fachdiskurs oft kritisch gesehen wird. Dass dies – zumindest zu Beginn – auch einen sozial-räumlichen Erfolg bedeutete, wird dabei gerne übersehen (McLuhan 2003: 291–301).

Der emotionalen Aufladung des Autos entsprechend, dienen die Komponenten des Individualverkehrs (Autohäuser, Waschstraßen, Werkstätten und Tankstellen) nicht nur der reinen Funktion. Sie sind Ausdruck der Ausdifferenzierung moderner Konsumgesellschaften, da das Auto und dessen Pflege durchaus identitätsstiftend wirken – vor allem dort, wo es keine oder nur unattraktive öffentliche Alternativen gibt (Manderscheid 2014: 606f.). Der mit dem Verkehrsmittel verbundene Stolz wird, anders als bei der Bahn, nicht in Nationen oder Regionen gemeinschaftlich empfunden. Die über das ganze Siedlungsgebiet verteilten Firmenstandorte des Systems Individualverkehr und deren Angebot sind Ausdruck einer fragmentierten mobilen Gesellschaft, deren Mitglieder in der Lage sind, die feinen Unterschiede von Automarken und deren Zubehör zu entschlüsseln (Cresswell 2006, Bourdieu 1987).

Die Pkw-assoziierten Funktionen bleiben im Siedlungsgefüge meist Solitäre bzw. wirken als städtebauliche Barrieren. Dies allerdings weniger aufgrund des eigenen Platzbedarfs der Funktion an sich (der Tankstelle, der Werkstatt oder des Autohauses), sondern in Kombination mit dem exzessiven Flächenverbrauch, der durch den Parkplatzbedarf ausgelöst wird. Im historischen Kontext hat dies den vielleicht stärksten Bruch der Raumentwicklung bisher verantwortet: Das Auto hat den die Stadtgeschichte bestimmenden Zusammenhang von hoher Personenfrequenz und zentralen Orten ins Gegenteil verkehrt. Straßen mit hohen Verkehrsmengen

können im Zeitalter des Autos nicht länger auch soziale Orte innerhalb des Stadtgefüges sein, wie es zum Beispiel Hauptstraße und Boulevard darstellten (Marshall 2005: 5). Attraktoren wie etwa Einkaufs- oder Fachmarktzentren bedürfen – dieser Logik entsprechend – Autobahnen oder breiter Umfahrungsstraßen, die den Raum durchschneiden, und bleiben durch einen Saum von Parkplätzen selbst doch immer isoliert.

**Abbildung 4:** Pkw-assozierte Firmenstandorte entlang der Triester Straße in Wien



Foto: Vienna GIS

## 2.5. DIE STANDORTE DER NEUEN FAHRDIENSTLEISTER

Die Vorgeschichte der heutigen Fahrdienstleister wie Uber, Lyft oder Bolt ist weniger jene des Taxis, sondern die von Fahrgemeinschaften und Mitfahrzentralen, die LaienfahrerInnen mit MitfahrerInnen zusammengebracht haben (Chan/Shahen 2011). Anfangs waren vor allem die persönliche Bekanntschaft oder der gemeinsame Arbeitsplatz Anlass dafür, diese Zweckgemeinschaften zu bilden. Sie entstanden vermehrt zu Zeiten knapper Ressourcen oder/und aus Sparsamkeit (in den USA nach dem 2. Weltkrieg und in Europa verstärkt während der Energiekrise der 1970er Jahre). Daraus entwickelten sich Clubs, Schwarze Bretter und Telefonlisten, die ab den 1990er Jahren verstärkt über das Internet organisiert wurden. Die dafür vorgesehenen Flächen sind, wenn überhaupt, ebenso zweckmäßig angelegt, wie es die Fahrgemeinschaften waren: schlichte Asphaltflächen an Autobahnzubringern, Umfahrungsstraßen oder Rastplätzen.

Während aktuelle Fahrdienstleister dieses auf geteilte Nutzung aufbauende Prinzip im Zuge der Sharing Economy zu einem Geschäftsmodell verkehrten, stellen sich nun auch einige der Effekte unter anderem Vorzeichen dar. Der Erfolg der Fahrdienstleister wirkt bereits auf den

Verkehrsfluss und den Modal Split (SFCTA 2018), zeigt sich als neuer Platzbedarf an Flughäfen, Bahnhöfen und Einkaufszentren (Edelson 2017, Leiner/Adler 2019) sowie an der Gehsteigkante (vgl. Beitrag 8 von Bruck et al. in diesem Band). Bislang weniger berücksichtigt wurde, dass schon heute ein neuer Gebäudetyp entsteht, der eine Art Hybrid aus Betriebsbahnhof, Rastplatz und Co-Working-Space darstellt (Greenblatt/Shahen 2015, Epting 2019) und Rückschlüsse auf die mögliche Flächeninanspruchnahme von automatisierten Mobilitätsdienstleistungen geben kann.

Mit der weltweiten Durchsetzung der Fahrdienstleister sind Betriebsstandorte entstanden, in denen entweder der Fahrdienstleister selbst oder spezialisierte Firmen Services für die LaienfahrerInnen und deren Fahrzeuge anbieten. Exemplarisch werden nachstehend vier dieser Standorte und deren Ausstattungsmerkmale verglichen (Abb. 5). In allen untersuchten Fällen scheinen ähnliche Standortqualitäten ausschlaggebend gewesen zu sein, die auch auf die oben skizzierte Historie verweisen. Die Betriebsflächen sind in Stadtrandlage bzw. im suburbanen Siedlungsgebiet an Autobahnknoten gelegen. Damit liegen sie allesamt außerhalb der Gebiete, in denen die meisten Fahrten der Fahrdienstleister nachgefragt werden (Anair et al. 2020). Die Lage an Autobahnabfahrten legt nahe, dass relativ lange Anfahrten (gegenüber geringen Grund- oder Mietpreisen) bewusst in Kauf genommen werden. Bemerkenswert ist deren durchgängig gute Anbindung an den öffentlichen Verkehr. Sie kann darin begründet liegen, dass viele FahrerInnen kein eigenes Fahrzeug besitzen, sondern erst einen Wagen beim Fahrdienstleister oder anderen Unternehmen mieten müssen (Zwick 2018).

**Abbildung 5:** Städtebauliche Merkmale der Betriebsflächen von Fahrdienstleistern

	<b>Lyft Driver Hub</b>	<b>Uber Greenlight Hub</b>	<b>Splend Member Support Center</b>	<b>Bolt Hub</b>
<b>Ort</b>	Windsor Park, Austin, TX	Bronx, New York, NY	Cricklewood, London	Chiswick, London
<b>Fläche</b>	2600 m <sup>2</sup>	2800 m <sup>2</sup>	2300 m <sup>2</sup>	k. A.
<b>Autobahn</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Lage</b>	suburban	Stadtrand	Stadtrand	Stadtrand
<b>Öffentlicher Verkehr</b>	Bus	Bus, U-Bahn	Bus, S-Bahn	Bus, S-Bahn

Quelle: eigene Darstellung

Die Ausstattungsmerkmale der ausgewählten Betriebsstandorte unterstützen diese Beobachtung (Abb. 6). Hier zeigt sich deutlich, wie wesentliche Angebote für LaienfahrerInnen und Fahrzeuge internalisiert werden. Die angeführten Funktionen wären in der Logik des ÖPNV immanenter Teil des Verkehrsträgers. Bei nach den Prinzipien der Sharing Economy agierenden Fahrdienstleistern sind sie nun Services, die auf Kosten der FahrerInnen zusätzliche Wertschöpfung generieren. Die gängige Praxis, MitarbeiterInnen als selbstständige AuftragnehmerInnen zu sehen (d. h. LaienfahrerInnen als UnternehmerInnen, vgl. Heller 2017), erlaubt es, eine neue Mischform zwischen der Logik des ÖPNV und des Individualverkehrs zu erzeugen: Flexible Räume können für das Mietgeschäft, Schulungen, Besprechungen oder Community-Events genutzt werden; Einzel-, Verkaufs- oder Beratungsgespräche werden in kleineren Büros mit angehenden oder bestehenden FahrerInnen geführt, wodurch auch dokumentierte Abhängigkeitsverhältnisse entstehen (Abb. 7).

Abgesehen von Parkflächen, die von den FahrerInnen, aber auch für die Mietwagen genutzt werden können, werden zahlreiche Funktionen für den Betrieb und die Wartung der Fahrzeuge angeboten (Abb. 6). Die Arbeit am Fahrzeug wird entweder von den FahrerInnen selbst durchgeführt (mit am Standort angebotenen Werkzeug bzw. Garagen) oder von den Betreibern der Standorte (Charpentier 2020): Hier fallen Kosten direkt an oder Mitgliedschaften bilden die Voraussetzung für diesen Service. Um die Auslastung zu erhöhen, werden die angebotenen Services teilweise auch für andere Kundschaft zugänglich gemacht.

**Abbildung 6:** Ausstattungsmerkmale von Mobilitätsdienstleistungsstandorten

	<b>Lyft Driver Center (Austin, TX)</b>	<b>Uber Greenlight Hub (Bronx New York, NY)</b>	<b>Splend Member Support Center (Cricklewood, London)</b>	<b>Bolt Hub (Chiswick, London)</b>
<b>Ruhe- und Erholungsräume</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Sanitäranlagen</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Gastronomie, Küche, Essbereiche</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Besprechungsräume</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Räume für Veranstaltungen und Schulungen</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Help Desk</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Medizinische Untersuchungen</b>	k. A.	✓	k. A.	k. A.
<b>Versicherung</b>	✓	✓	k. A.	k. A.
<b>Autovermietung</b>	✓	✓	✓	k. A.
<b>Parken</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Wartung und Reparatur</b>	✓	✓	✓	k. A.

Quelle: Hu (2017), Charpentier (2020), Tucker (2019), Ongweso Jr./Koebler (2019), Splend (2019)

Von den großen Fahrdienstleistern ist bekannt, dass sie sich schon heute auf eine langfristige Übergangszeit hin zu automatisierten Fahrsystemen vorbereiten. Womit gerechnet wird, ist eine andauernde Periode, in der automatisierte Mobilitätsservices und konventionelle, von FahrerInnen erbrachte Dienstleistungen in einem „hybriden Netzwerk“ nebeneinander angeboten werden (Chaum 2019, Sheikh 2018). Das bedeutet, dass bei jeder angefragten Fahrt ein Algorithmus prüft, ob Start und Ziel unter den aktuellen Bedingungen mit einer automatisiert befahrbaren Route verbunden werden können. Trifft dies zu, würde ein hochautomatisiertes Fahrzeug die Fahrt übernehmen (es sei denn, der Kunde schließt dies explizit aus). Wenn dies nicht möglich ist, dann wird die Anfrage an eine/n menschliche/n FahrerIn weitergegeben. Anzunehmen ist, dass die Anzahl der den FahrerInnen zuzuordnenden Funktionen schrittweise gegenüber jenen, die den Fahrzeugen zuzuschreiben sind, abnehmen wird. Mögliche neue Nutzungen an diesen Standorten könnten Arbeitsplätze für DisponentInnen bzw. Personen sein, die ein oder mehrere hochautomatisierte Fahrzeuge überwachen und gegebenenfalls auch steuern (Yankelevich et al. 2018).

Die Wartung und hier vor allem die Reinigung von hochautomatisierten Fahrzeugen wird als eine äußerst relevante Herausforderung gesehen (Clements/Kockelman 2017: 13; Kucharczyk 2017). Servicebereiche, wie etwa des Lyft Driver Hubs, erinnern an Produktionsstraßen und zeigen, dass auch hier in Zukunft hohe Potentiale für Automatisierung liegen. Firmen, die heute in Nischen (wie etwa der Schwerindustrie und im Bergbau) „predictive maintenance“ anbieten, könnten dies auch in Zukunft für Fahrdienstleister tun. Zahlreiche Akteure (Bosch, Intel, Uptake) positionieren sich bereits auf diesem Markt.

Die stadträumliche Wirkung dieser Flächen dürfte sich mit fortschreitender Automatisierung wandeln. Noch ist es der Parkplatzbedarf, der die mangelnde städtebauliche Integration verursacht, weswegen heute diese Betriebsstandorte dem entsprechen, was oben für die Pkw-assoziierten Flächen beschrieben wurde. Mit fortschreitender Automatisierung, währenddessen immer weniger FahrerInnen und mehr die Algorithmen steuern, könnten die Parkflächen auch anders genutzt werden: Geparkt würde nur mehr zu Schwachlastzeiten, wobei fraglich ist, ob dies dann nicht auf noch entlegeneren Standorten (wie dies Logistikunternehmen bereits heute tun) passieren könnte, da gegenwärtig bereits beträchtliche Anfahrtszeiten in Kauf genommen werden. Möglich ist, dass andere Funktionen, wie etwa die der DisponentInnen, global ausgelagert werden. Auch hierfür existieren im Bergbau bereits Anwendungen (Frangoul 2018). Im Straßenraum könnte die Trennwirkung mittelfristig in den Straßen zu und von den Standorten verstärkt werden, wenn eine infrastrukturelle Ertüchtigung für automatisierte Fahrsysteme notwendig würde (Soteropoulos et al. 2020).

**Abbildung 7:** Werbung spezialisierter Anwälte für Probleme von Ride-Sharing MitarbeiterInnen auf einem Bus in Chicago



Das hier abgedruckte Bild ist explizit von der Creative Commons Lizenz des Textes ausgenommen. Die Rechte bleiben bei den Verfassern. Foto: Filip Frącz 2017

### 3. ZUR UNTERSUCHUNG PKW-ASSOZIIERTER KONVERSIONSFLÄCHEN IN DER STADTREGION WIEN

Um die Flächenentwicklungsdynamik, die durch die Transformation hin zu einem automatisierten, vernetzten und serviceorientierteren Verkehrssystem ausgelöst werden könnte, im Detail zu untersuchen, wurden am Beispiel der Stadtregion Wien entsprechende Pkw-assozierte Funktionen und Betriebe erfasst sowie deren Lage und räumliche Charakteristika beschrieben. Die Ermittlung der Pkw-assozierten Firmen wird mittels des in Abschnitt 2 (Abb. 2) entwickelten Modells durchgeführt. Es geht hier also explizit nur um die Transformation von Bestandsflächen (Steen/Ryding 1993) und nicht um eine mögliche zusätzliche Flächeninanspruchnahme in bisher unbebauten Gebieten (Jolliet/Crettaz 1996). An der Beispielregion der FUA Wien wird illustriert, wo potentielle zukünftige Transformationsflächen liegen und welche Charakteristika diese aufweisen. Abbildung 8 gibt einen Überblick der methodischen Schritte innerhalb der Untersuchung.

**Abbildung 8:** Analyseschritte für die Untersuchung Pkw-assoziierter Konversionsflächen in der Stadtregion



Quelle: eigene Darstellung

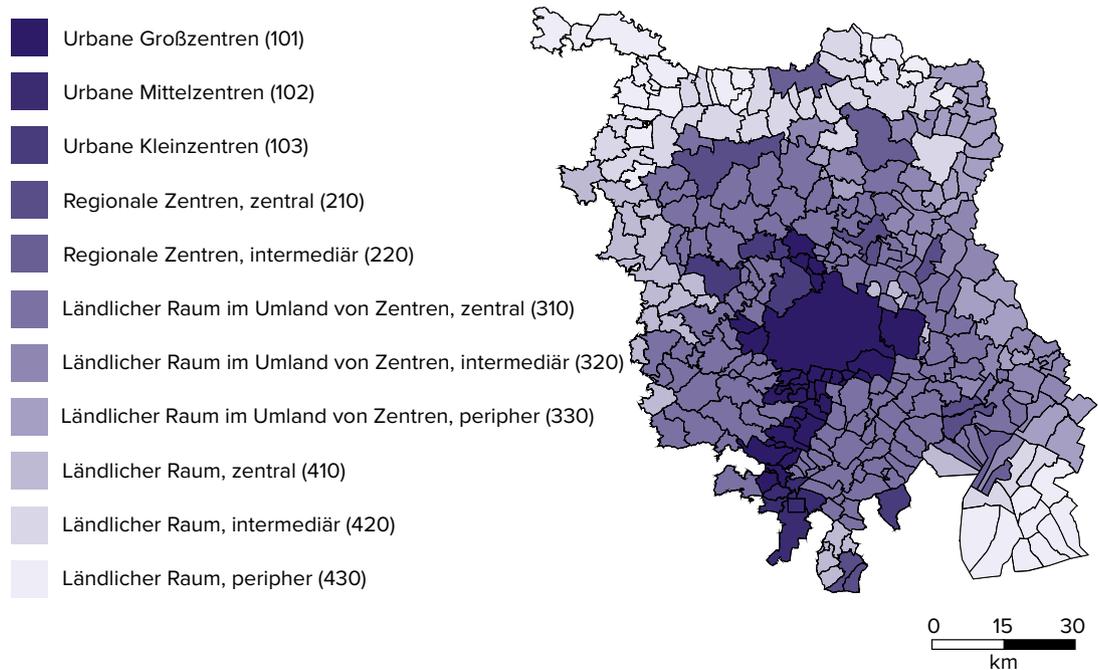
#### 3.1. DAS BEISPIEL STADTREGION WIEN

Als Beispielregion für die Untersuchung wurde die FUA Wien, gemäß der Definition und Abgrenzung der OECD (2020), herangezogen. Die FUA Wien umfasst neben der Stadt Wien weitere Gemeinden mit sehr unterschiedlichen räumlichen Charakteristika. Sie weist jedoch hinsichtlich ihrer Siedlungsstruktur und Verflechtung ähnliche Eigenschaften wie andere Stadtregionen im deutschsprachigen Raum auf und eignet sich daher gut als Beispielregion

für die Untersuchung Pkw-assoziierter Konversionsflächen: Das Aufzeigen von Lage und räumlichen Charakteristika dieser potentiell zukünftigen Transformationsflächen erfolgt beispielhaft in der FUA Wien, ist jedoch auch für andere Stadtregionen relevant bzw. auf diese übertragbar.

Um im Rahmen der Untersuchung eine stärkere Differenzierung vorzunehmen, wurde auf die Urban-Rural-Typologie der Statistik Austria zurückgegriffen (Statistik Austria 2017). Die Stadt Wien, die in dieser Typologie gemeinsam mit einigen Umlandgemeinden in die Kategorie „Urbane Großzentren“ fällt, wurde aufgrund ihrer übergeordneten Bedeutung und der deutlichen Unterschiede gegenüber den Kommunen des Umlands derselben Kategorie eigenständig behandelt. Abbildung 9 gibt einen Überblick der FUA Wien sowie die Unterteilung der Gemeinden gemäß der Urban-Rural-Typologie der Statistik Austria.

**Abbildung 9:** Beispielregion FUA Wien und Einteilung gemäß Urban-Rural-Typologie der Statistik Austria



Quelle: eigene Darstellung nach Statistik Austria (2020)

### 3.2. AUSWAHL DER PKW-ASSOZIERTEN BETRIEBE

Für die Auswahl der Pkw-assozierten Firmen wurde auf den Datensatz von Herold, eine Datenbank zu Betrieben und Einrichtungen in ganz Österreich, zurückgegriffen. Unter Berücksichtigung der ÖNACE-Kategorien wurden relevante Betriebs- bzw. Einrichtungskategorien identifiziert und gemäß der in Abbildung 2 entwickelten Systematik den Komponenten Produktion/Handel, Betriebe und Wartung zugeteilt. Jene ÖNACE-Kategorien, die in irgendeiner Form im Zusammenhang mit Teilen bzw. Zubehör von Pkw stehen, wurden der Kategorie Wartung zugeteilt, Betriebe aus dem Bereich der Entsorgung bzw. des Recyclings wurden nicht berücksichtigt. Die herangezogenen ÖNACE-Kategorien sowie die Einteilung in die erläuterte Systematik wird in Abbildung 10 dargestellt.

**Abbildung 10:** Auswahl der ÖNACE-Kategorien

ÖNACE		Produktion und Handel	Betrieb	Wartung
29100	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren	✓		
29200	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern	✓		
29310	Herstellung elektrischer und elektronischer Ausrüstungsgegenstände für Kraftwagen			✓
29320	Herstellung von sonstigen Teilen und sonstigem Zubehör für Kraftwagen			✓
30990	Herstellung von sonstigen Fahrzeugen	✓		
33170	Instandhaltung und Reparatur von Kraftwagen			✓
45111	Großhandel mit Kraftwagen mit einem Gesamtgewicht von 3,5 t oder weniger	✓		
45112	Einzelhandel mit Kraftwagen mit einem Gesamtgewicht von 3,5 t oder weniger	✓		
45200	Instandhaltung und Reparatur von Kraftwagen			✓
45310	Großhandel mit Kraftwagenteilen und -zubehör			✓
45320	Einzelhandel mit Kraftwagenteilen und -zubehör			✓
47300	Einzelhandel mit Motorenkraftstoffen (Tankstellen)		✓	
49320	Betrieb von Taxis		✓	
52211	Parkhäuser und Parkgaragen		✓	
77111	Leasing von Kraftwagen mit einem Gesamtgewicht von 3,5 t oder weniger		✓	
77112	Vermietung von Kraftwagen mit einem Gesamtgewicht von 3,5 t oder weniger		✓	
77120	Vermietung von Kraftwagen mit einem Gesamtgewicht von mehr als 3,5 t		✓	
85530	Fahr und Flugschulen		✓	

Quelle: eigene Darstellung

### 3.3. ZUR UNTERSUCHUNG AUF STADTREGIONSEBENE

Auf der Stadtregionsebene wurde zunächst die Lage der unterschiedlichen Pkw-assozierten Funktionen insbesondere im Verhältnis zu sonstigen jeweils dort verorteten Funktionen betrachtet. Zudem wurde untersucht, in welcher Art von Gebieten sich die jeweiligen Betriebe befinden, d. h. welche Flächennutzung diese Gebiete aufweisen. Für diese Auswertung wurden Daten zur Flächennutzung aus OpenStreetMap (einer freien Plattform, die frei nutzbare

Geodaten sammelt, strukturiert und unter freier Lizenz für die allgemeine Nutzung in einer Datenbank zur Verfügung stellt) herangezogen. Die Auswertung wurde in die Kategorien 1.) Wohngebiet, 2.) Gewerbe-/Industriegebiet, 3.) Gebiet mit Büros/Business Parks, 4.) Gebiet mit Einzelhandelsgeschäften/Einkaufszentren und 5.) andere Gebiete gegliedert (vgl. Ramm 2019: 17; OpenStreetMap Wiki 2020).

Außerdem wurde die Lage der Betriebe zum nächsten Ortszentrum untersucht. Hierbei wurde jeweils die Entfernung der Standorte zum nächsten Gemeindeamt berechnet; die Daten zum Gemeindeamt stammen dabei aus dem Herold-Datensatz. Die Stadt Wien wurde aufgrund ihrer heterogenen Zentrenstruktur bei dieser Analyse ausgeklammert.

Die Untersuchungen zur Lage der Betriebe bzw. zu Funktionen hinsichtlich ihrer Flächennutzung sowie zu deren Entfernung zum nächsten Ortszentrum wurden zudem jeweils gemäß der vorher beschriebenen Urban-Rural-Typologie der Statistik Austria räumlich differenziert

Auf Grundlage der Ergebnisse auf Stadtregionsebene fand zudem eine räumlich vertiefte Untersuchung in einer Beispielgemeinde statt. Hier wurden die Pkw-assozierten Konversionsflächen hinsichtlich ihrer Eignung für eine Innenentwicklung im Detail untersucht. Ableitend aus den Ergebnissen der Untersuchung auf Stadtregionsebene wurde hierfür Liesing, der 23. Wiener Gemeindebezirk, ausgewählt.

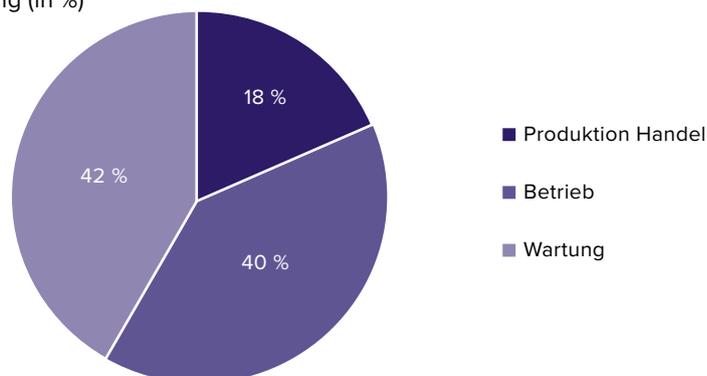
## 4. ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG PKW-ASSOZIIERTER KONVERSIONSFLÄCHEN IN DER STADTREGION WIEN

### 4.1. UNTERSUCHUNG AUF STADTREGIONSEBENE

#### Verteilung der Betriebe nach Komponenten des Verkehrssystems und Urban-Rural-Typologie

In der FUA Wien wurden in Summe 3.082 Standorte von Pkw-assozierten Betrieben erfasst. Gegliedert nach der Systematik gemäß Abbildung 2 fällt der größte Teil der Betriebe in die Bereiche Wartung (42 %) sowie Betrieb (40 %). Etwas weniger als ein Fünftel der Pkw-assozierten Funktionen (18 %) gehört zum Bereich Produktion und Handel (Abb. 11).

**Abbildung 11:** Verteilung der Pkw-assozierten Betriebe nach den Bereichen Produktion und Handel, Betrieb und Wartung (in %)



Quelle: eigene Darstellung

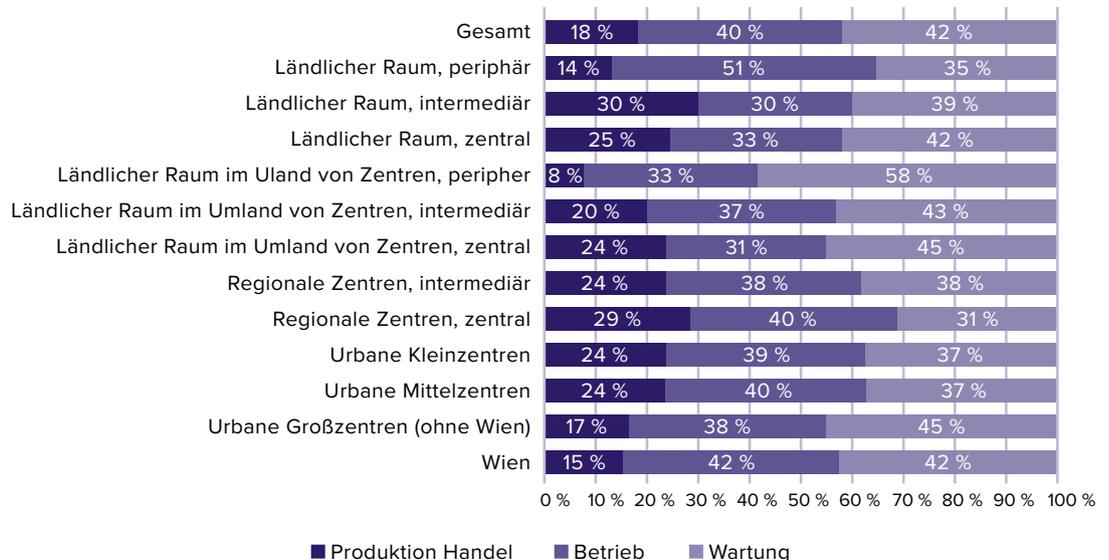
**Abbildung 12:** Anzahl der Pkw-assozierten Betriebe nach der Urban-Rural-Typologie (n = 3.082)



Quelle: eigene Darstellung

Betrachtet man die Anzahl der Betriebe unterteilt nach der Urban-Rural-Typologie der Statistik Austria (Abb. 12) wird erkennbar, dass sich die größte Anzahl der Pkw-assozierten Betriebe mit insgesamt 1.594 Betrieben naturgemäß in Wien zeigt, gefolgt von insgesamt 452 Betrieben in den „urbanen Großzentren“ – das Siedlungsband im Süden von Wien – sowie in den Gemeinden im Nordwesten und Südosten entlang der Donau. Insgesamt befinden sich 365 Betriebe in Gemeinden des Typs „ländlicher Raum im Umland von Zentren, zentral“, die auch flächenmäßig den größten Teil der FUA Wien ausmachen. Verhältnismäßig groß ist die Anzahl der Betriebe in den drei nachstehenden Kategorien „urbane Kleinzentren“ (150 Betriebe), „urbane Mittelzentren“ (131 Betriebe) und „Regionalen Zentren, zentral“ (104 Betriebe), zu welchen die Gemeinden Wolkersdorf, Gänserndorf und Bruck an der Leitha gehören. Letztere sind auch jene Gemeinden mit dem höchsten Anteil von Aus- und Einpendlern unter den Erwerbstätigen am Wohnort (Görgl et al. 2017: 181).

**Abbildung 13:** Aufteilung der Pkw-assozierten Betriebe nach den Bereichen Produktion und Handel, Betrieb und Wartung sowie der Urban-Rural-Typologie (n = 3.082)



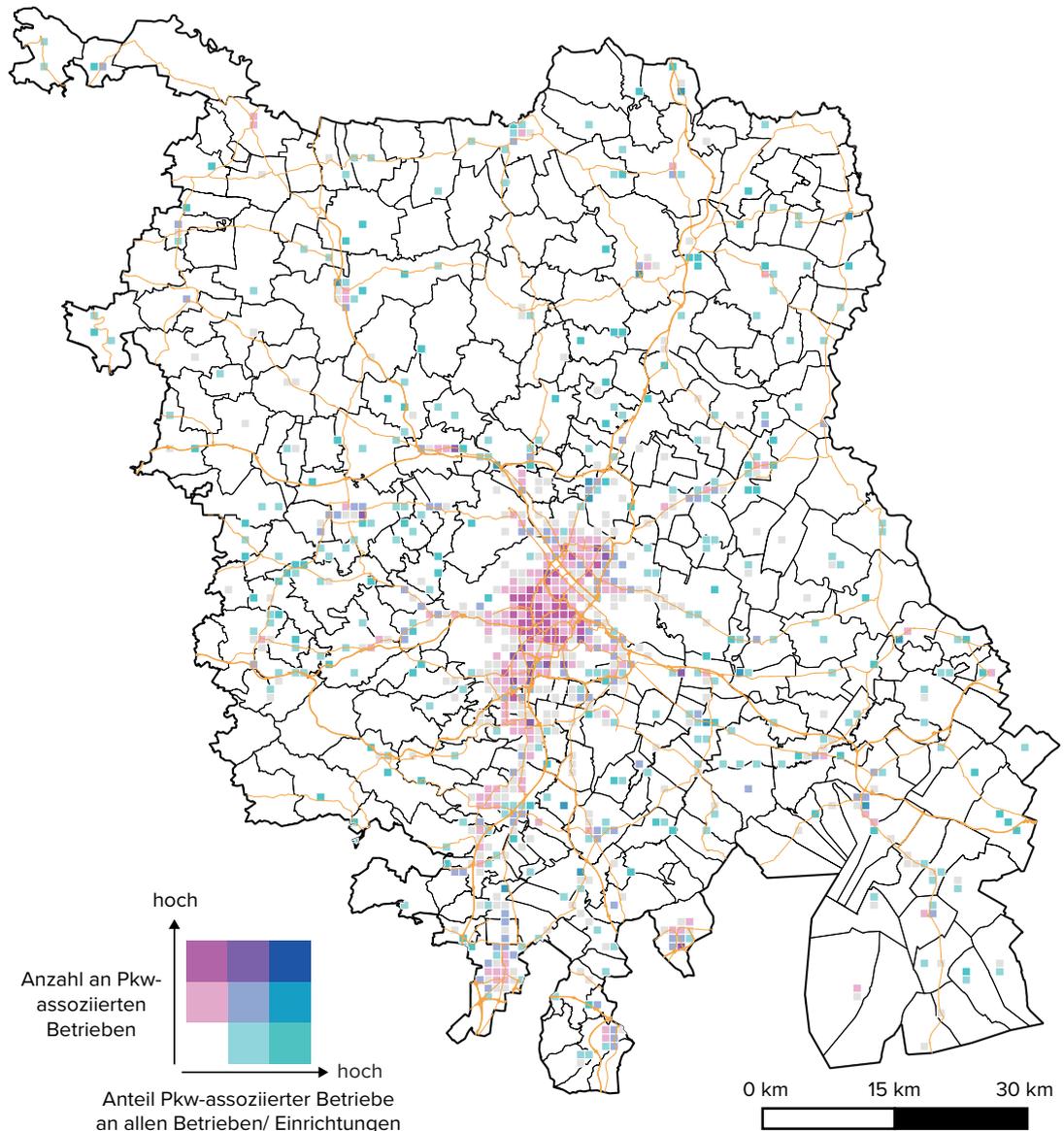
Quelle: eigene Darstellung

Die Aufteilung der Betriebe nach den Bereichen Produktion und Handel, Betrieb und Wartung gemäß der Urban-Rural-Typologie zeigt, dass sich hohe Anteile von Betrieben im Bereich Wartung vor allem in der Kategorie „Ländlicher Raum im Umland von Zentren, peripher“ (58 %) und im Bereich Wartung insbesondere in der Kategorie „Ländlicher Raum, peripher“ (51 %) finden. Eine nicht unerhebliche Anzahl von Betrieben im Bereich Produktion und Handel zeigt sich hingegen in bzw. im Umland von Zentren, insbesondere in den regionalen Zentren (29 %; Abb. 13).

### Lage der Betriebe in der Stadtregion

Abbildung 14 zeigt die Lage der Betriebe in der Stadtregion. Dargestellt wird die Anzahl der Betriebe und deren Anteil im Verhältnis zu allen im Nahbereich verorteten Betrieben bzw. Einrichtungen. Vor allem im Süden Wiens mehrten sich die Orte, die sowohl eine hohe Anzahl

**Abbildung 14:** Anzahl der Pkw-assozierten Betriebe und Anteil an allen Betrieben bzw. Einrichtungen in der FUA Wien



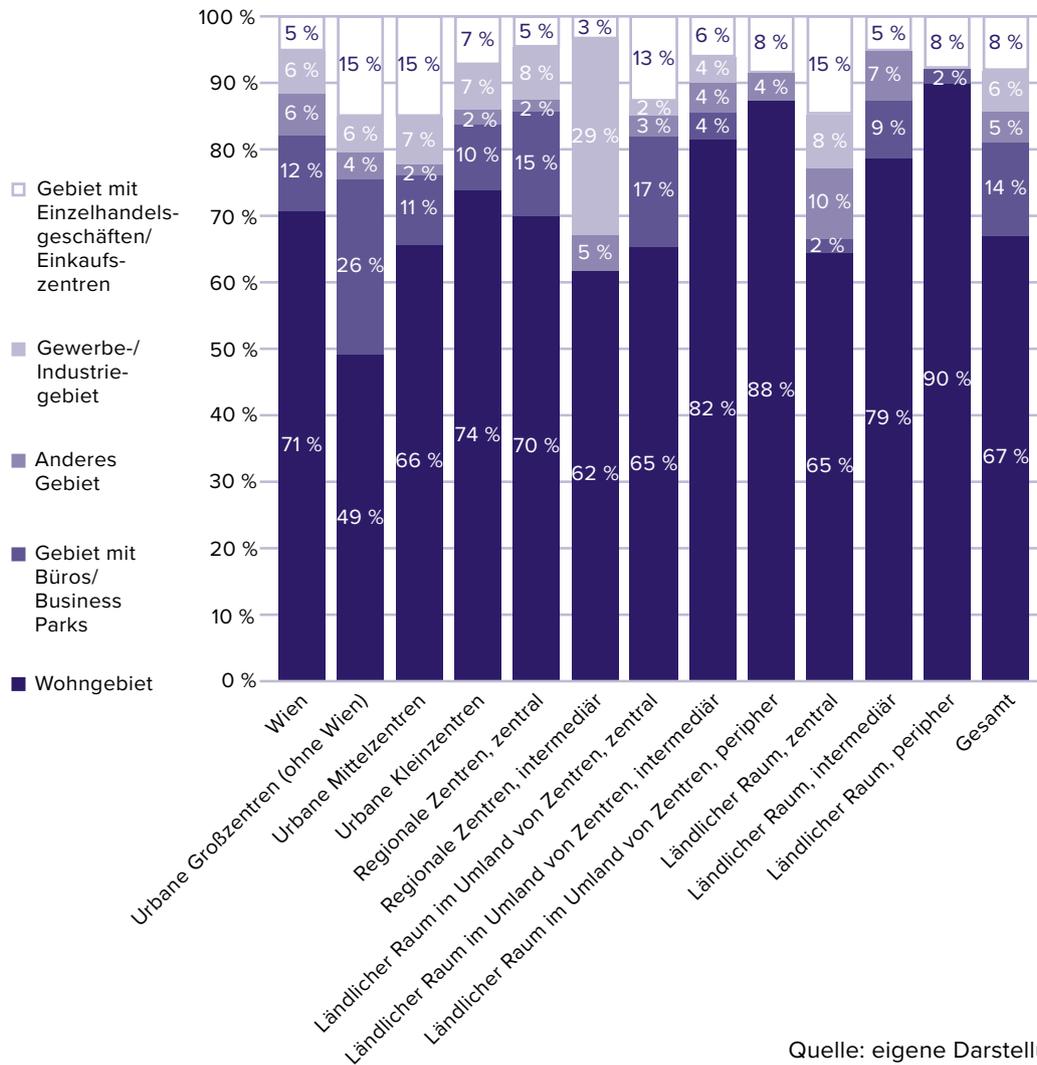
Quelle: eigene Darstellung

an Pkw-assozierten Betrieben als auch einen beträchtlichen Anteil dieser Betriebe an allen Betrieben bzw. Einrichtungen aufweisen und somit sehr stark durch diese Betriebe geprägt sind.

### Lage der Betriebe nach Flächennutzung

Hinsichtlich der Lage der Betriebe nach der Flächennutzung (Abb. 15) zeigt sich, dass die Pkw-assozierten Betriebe in der gesamten FUA Wien überwiegend in Wohngebieten (67 %) oder in Gewerbe- bzw. Industriegebieten (14 %) liegen. Im Vergleich dazu gibt es nur wenige Betriebe in Gebieten mit Büros/Business Parks oder in Gebieten mit Einzelhandelsgeschäften/Einkaufszentren (jeweils 6 %). In Bezug auf die Urban-Rural-Typologie zeigt sich, dass die Zahl von Pkw-assozierten Betrieben in Gewerbe- bzw. Industriegebieten vor allem in den Zentren, besonders in den urbanen Großzentren (26 %), sowie im „Ländlichen Raum im Umland von Zentren, zentral“ (17 %) hoch liegt. Hohe Anteile von Betrieben in Wohngebieten zeigen sich hingegen eher in kleineren, peripheren Gemeinden, etwa für die Kategorie „Ländlicher Raum, peripher“ (90 %) und „Ländlicher Raum im Umland von Zentren“ (88 %). Interessant ist die hohe Anzahl der Pkw-assozierten Betriebe in Gebieten mit Einzelhandelsgeschäften bzw. Einkaufszentren in der Kategorie „Regionale Zentren, intermediär“ (29 %).

**Abbildung 15:** Aufteilung der Pkw-assozierten Betriebe nach den Bereichen Produktion und Handel, Betrieb und Wartung sowie der Urban-Rural-Typologie (n = 3.082)

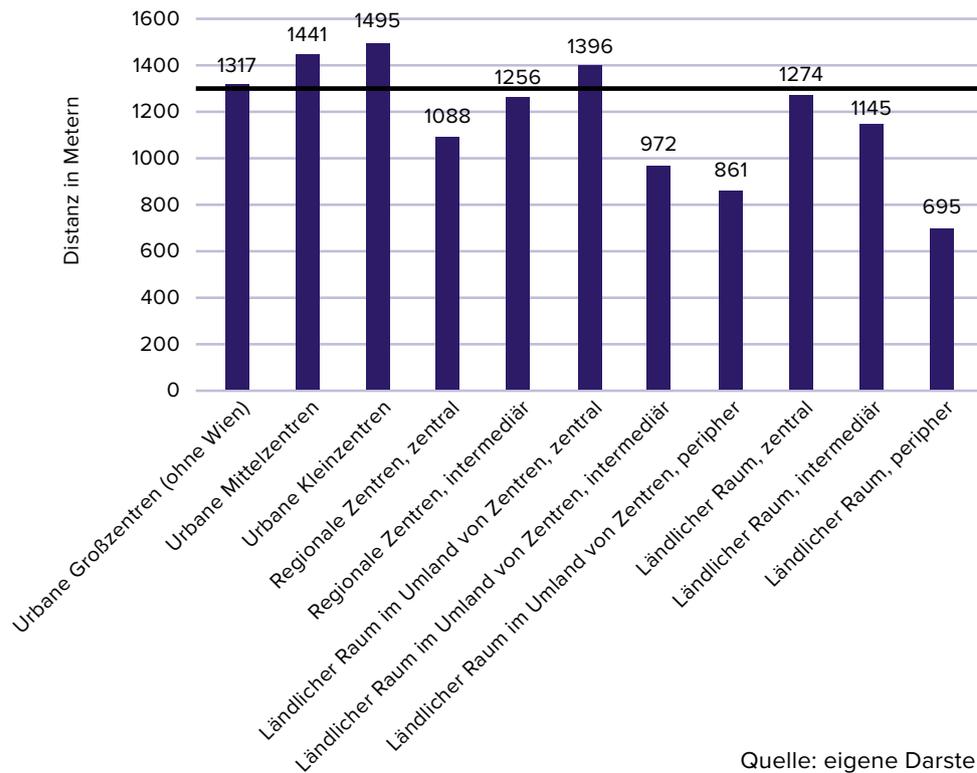


Quelle: eigene Darstellung

### Lage der Betriebe nach Entfernung zum Ortszentrum

Hinsichtlich der Lage der Pkw-assozierten Betriebe nach der Entfernung zum nächsten Ortszentrum zeigt sich, dass diese durchschnittlich 1,3 Kilometer vom nächsten Ortszentrum entfernt liegen (Abb. 16). Vor allem in peripheren Bereichen liegen die Betriebe relativ nahe zum nächsten Ortszentrum, insbesondere für die Kategorie „Ländlicher Raum, peripher“ (695 m) und „Ländlicher Raum im Umland von Zentren, peripher“ (861 m). Besonders in urbanen Mittelzentren (1.441 m) und urbanen Kleinzentren (1.495 m) liegen die Betriebe – vermutlich aufgrund der Siedlungsgröße – hingegen in deutlich weiterer Entfernung zum Ortszentrum.

**Abbildung 16:** Lage der Pkw-assozierten Betriebe nach Entfernung zum Ortszentrum und Urban-Rural-Typologie



Quelle: eigene Darstellung

## 4.2. VERTIEFTE UNTERSUCHUNG IN EINER BEISPIELGEMEINDE

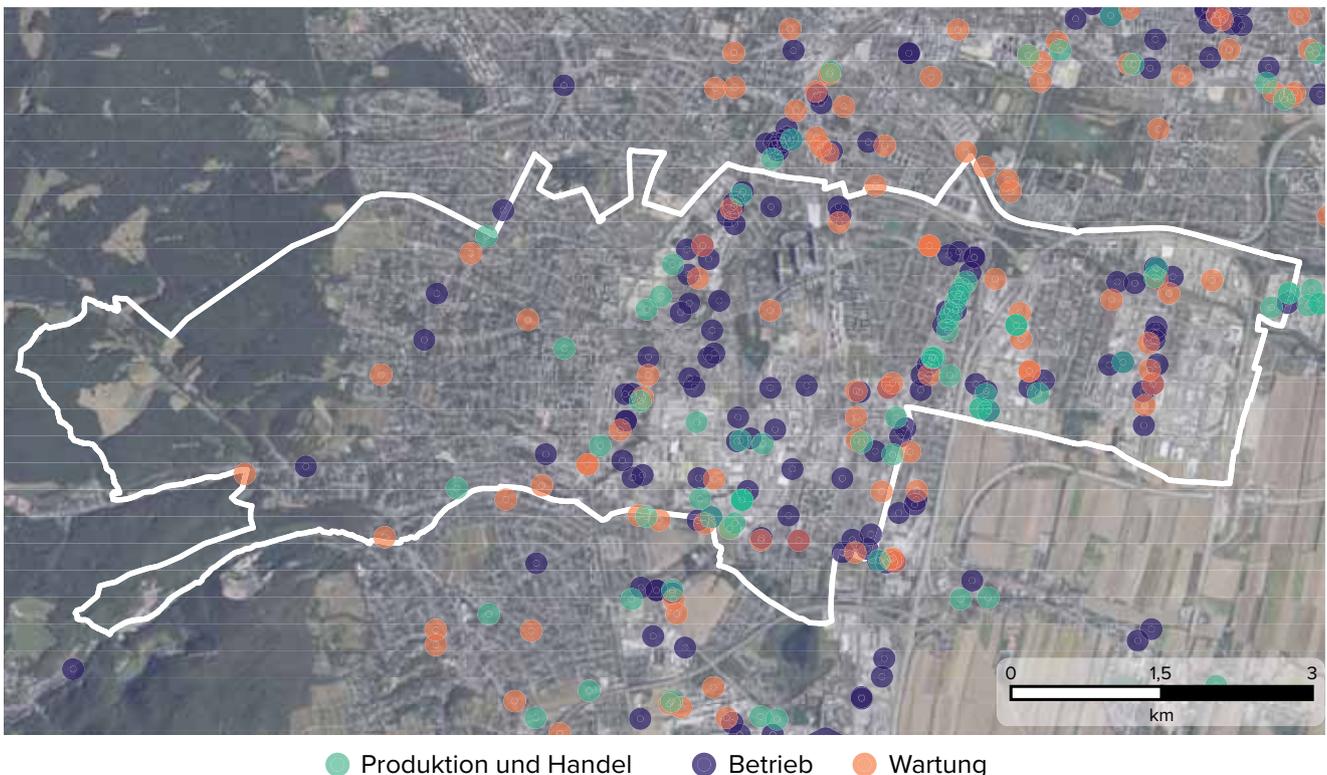
Für die vertiefte Untersuchung wurde auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse auf Stadtreionsebene der 23. Wiener Gemeindebezirk Liesing als Beispielgemeinde gewählt. Die Analyse hinsichtlich der Anzahl an Pkw-assozierten Betrieben und des Anteils dieser Betriebe an allen Betrieben bzw. Einrichtungen konnte aufzeigen, dass Liesing eines jener Gebiete ist, die sehr stark durch Pkw-assozierte Betriebe geprägt ist. Darüber hinaus begründet sich die Relevanz von Liesing für diese Studie in der verkehrlich-räumlichen Ausgangslage: Am Stadtrand Wiens gelegen, ist Liesing sowohl an die U-Bahn (Linie U6) und die S-Bahn angebunden. Die hochrangigen Verkehrsachsen der Südbahn und der Autobahnen A2 (E59) und A21 (E60) führen durch das Gemeindegebiet. Die Gemeinde Liesing hat den höchsten Anteil an Autofahrten am Modal Split und ebenso die höchste Motorisierung aller Wiener Gemeindebezirke (ÖIR 2015). Die hohe Autoaffinität in Liesing wird mit den schlechten Anschlussverbindungen zum hochrangigen ÖPNV in Verbindung gebracht. Liesing ist ein stark wachsender Bezirk, mit einer hohen Nachfrage sowohl nach Wohnungseigentum als auch Mietwohnungen (Lottes 2020). Die Lage am Stadtrand und den Verkehrsachsen macht Liesing zusätzlich zu einem attraktiven Unternehmensstandort.

Diese Gemengelage könnte Liesing zu einem hochrelevanten Zielgebiet für automatisierte Mobilitätsdienstleistungen machen (vgl. Beitrag 14 von Allmeier et al. in diesem Band). Auf ausgewählten Routen könnten attraktive Services in Ergänzung zum bestehenden ÖPNV möglich werden. Die in den letzten Jahren anhaltend dynamische Entwicklung der Gemeinde führt dazu, dass Themen der Innenentwicklung zusehends an Relevanz gewinnen. Aktuell wird ein Mangel an wohnungsnahen qualitativen Freiräumen als die zentrale Herausforderung beschrieben. Zusätzlich werden die Entwicklung eines feinmaschigeren ÖPNV-Netzes und die Entwicklung bzw. das Stärken von lokalen Stadtteilzentren gefordert und bereits gefördert (Magistratsabteilung 21 Stadtteilplanung und Flächennutzung 2015).

Die Pkw-assozierten Konversionsflächen könnten sich bezüglich bestehender Ziele als wertvoll erweisen. Firmen aller Bereiche konzentrieren sich entlang der stark befahrenen Straßen wie etwa der Triester Straße, der Breitenfurter Straße oder der Ketzergasse (Abb. 17). Diese Straßen, die aufgrund ihrer hohen verkehrlichen Belastungen nicht als Transformationsräume gesehen wurden, könnten durch die hohen Flächenpotentiale grundlegend neu ausgerichtet werden.

Auch in den Industrie- und Gewerbegebieten, die sich südöstlich und weiter östlich des historischen Zentrums befinden, sind Cluster von Potentialflächen zu finden. Das Ziel, diese großen Gebiete besser städtebaulich zu integrieren, könnte so verfolgt werden. Über das gesamte Gemeindegebiet zeigen sich Potentiale, bestehende Grünräume im Sinne eines „Grünen Gerüsts“ (vgl. Magistratsabteilung 21 Stadtteilplanung und Flächennutzung 2015) zu vernetzen, Mobilitätsknoten zu entwickeln und Stadtteilzentren zu fördern.

**Abbildung 17:** Pkw-assozierte Flächen in Liesing (23. Wiener Gemeindebezirk)



Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von basemap.at

## 5. CONCLUSIO UND DISKUSSION

In seinem 1958 erschienenen und später überarbeiteten Text „The Highway and the City“ warf Lewis Mumford seinen mit der Verkehrsplanung betrauten KollegInnen eine Geschichtsvergessenheit vor, die aus seiner Sicht desaströse städtebauliche und soziale Folgen für die Städte seiner Zeit hatte.<sup>2</sup> Wie zu Zeiten des Eisenbahnbaus werden nach Mumford erneut Schneisen in die Städte geschlagen und wieder großzügig Flächen von allerlei Verkehrsbauten konsumiert (Mumford 1968). Das die Warnung Mumfords wenig Beachtung fand, zeigt vor allem die städtebauliche Gestaltung nordamerikanischer, aber auch europäischer Städte. Heute sind die Schneisen geschlagen und Pkw-assoziierte Flächen global über die Siedlungsstruktur verteilt. Am Beginn des Zeitalters automatisierter Mobilitätsservices stehen diese Flächen zur Debatte. Es bleibt zu hoffen, dass im Fall des anstehenden Wandels des Mobilitätssystems, Mumfords Ruf nach Geschichtskennntnis gehört wird. Die Gefahren bleiben im Falle von automatisierten Fahrzeugen die gleichen.

Dass die unüberlegte Flächenzuteilung zu dem jeweils neuen Verkehrsträger auch Chancen einer zukünftigen Stadtentwicklung bietet, zeigen die Vergangenheit und aktuelle Quartiersentwicklungsprojekte zum Beispiel an Güterbahnhöfen. Diese Flächen bildeten wertvolle Elemente der Quartiers- oder Stadtteilentwicklung, auf denen innerhalb der Siedlungsgrenzen neuer Wohn-, Arbeits- und Lebensraum geschaffen werden konnte. In den wachsenden Städten Europas ist diese Ressource nun erschöpft. Die neuen Quartiere sind gebaut bzw. verwertet. Während das Streckennetz der Eisenbahngesellschaften Europas schrumpfte, wuchsen ihre Immobilienresorts.

Die mit dieser Studie vorliegenden Ergebnisse könnten einen Beitrag dazu leisten, Mumfords Ruf qualifiziert umzusetzen. Angesichts bestehender Stadtentwicklungsziele europäischer Städte, Regionen und Kommunen, bei denen es zum einen um das Schaffen von lebenswerten urbanen Räumen und zum anderen um einen nachweisbaren Beitrag zu endlich festgelegten Klimazielen geht, könnten während der Transformation des Verkehrssystems wertvolle Entwicklungsflächen anfallen. Um weitere Bodenversiegelung (und dadurch induzierten Verkehr) zu vermeiden, spielt Innenentwicklung, verstanden als die „Erhöhung von Einheiten zum Wohnen und Arbeiten innerhalb des eingezonten und weitestgehend überbauten Gebiets bei gleichzeitiger Aufwertung des öffentlichen Raums und Anpassung der Infrastrukturen“ (Grams 2019), eine Schlüsselrolle. Die Entwicklung des Bestandes stellt allerdings bislang eine Herausforderung dar, der mit etablierten Mitteln der Planung nur schwer beizukommen ist. Flächen im Bestand zu sichern und differenzierten Nutzungen zuzuführen, d. h. auch einmal nicht zu bebauen, wird heute in der Planungspraxis nur selten erreicht.

Es ist davon auszugehen, dass die hier analysierten Flächenpotentiale, die durch einen systematischen Wandel des Verkehrssystems – vom Besitz hin zur Dienstleistung – nie vollumfänglich realisiert werden, über Jahrzehnte jedoch teilweise und Stück für Stück umgenutzt werden können. Die Untersuchung der FUA Wien und der Beispielgemeinde Liesing zeigt, dass durch differenziertes Vorgehen bestehende Entwicklungsziele durchaus erreicht werden können.

Quartiersentwicklung heute passiert realistisch betrachtet dort, wo es die Eigentümerstruktur zulässt, wo ein großer Eigentümer, etwa eine Eisenbahngesellschaft, zusammenhängende Flächen entwickeln will. Die Planungsmechanismen, die in der Vergangenheit geschaffen wurden,

---

2 „[They] lack both historic insight and social memory [and] accordingly, [...] have been repeating, with the audacity of confident ignorance, all the mistakes in urban planning committed by their predecessors who designed our railroads“ (Mumford 1968, 94).

werden in Zukunft nicht mehr greifen. Die Ergebnisse dieser Analyse legen nahe, dass das Automobilzeitalter, selbst an seinem möglichen Ende, eine letzte Inversion bestehender Prinzipien verursachen könnte: Womit geplant werden muss, sind dispers über die Siedlungsstruktur verteilte Flächen mit einer ebenso dispersen Eigentümerstruktur. Es wird im Rahmen dieser Untersuchung jedoch deutlich, dass sich diese Flächen insbesondere in kleineren, ländlich geprägten Städten überwiegend in Wohngebieten befinden und diese Flächen vor allem in den regionalen Zentren und in ländlichen Bereichen eine überwiegende Nähe zum Ortszentrum aufweisen. Das Ausmaß und die Verteilung der Flächen in der Siedlungsstruktur, in tendenziell autoaffinen Lagen entlang von Hauptstraßen oder Autobahnen (dies wurde insbesondere im Rahmen der vertieften Untersuchung deutlich), zeigen somit Möglichkeiten einer kleinteiligen Akzentuierung, wie es einem aktuellen Planungsverständnis der Innenentwicklung entspricht.

Fahrdienstleister, aber auch kommunale oder regionale Verkehrsbetriebe könnten diese Flächen teilweise nutzen; die Analyse bestehender Standorte legt dies jedenfalls nahe. Es ist bekannt, dass die Marktführer hierfür hunderte Millionen Euro bereitgestellt haben (Hawkins 2018, Rapiert/Wolverton 2019). Die neue Systematik automatisierter Mobilitätservices dürfte allerdings gegenüber dem Individualverkehr zu einer erneuten Konzentration an Standorten führen, die auch erhebliche Folgen für lokal erbrachte Wertschöpfungen nach sich ziehen könnte.

Der in den bisher durchgeführten Studien liegende Fokus auf Parkplatzflächen zu automatisierten und vernetzten Fahrzeugen hat unter anderem dazu geführt, dass die wirtschaftliche Bedeutung des Wandels hin zu einem automatisierten, vernetzten und serviceorientierten Verkehrssystem lange nicht greifbar war (Clements/Kockelman 2017, Mitteregger et al. 2019): Mit dem Individualverkehr würde ein bedeutender Wirtschaftszweig mit lokaler und regionaler Wertschöpfung schwinden. Setzt sich die Logik der Sharing Economy vermehrt durch, entstehen an dessen Stelle prekäre Arbeitsplätze, von denen angenommen werden darf, dass sich der Druck auf diese mit vorschreitender Automatisierung im Verkehrssektor weiter erhöht.

Der Schlüssel zu einer Transformation, die lebenswerte Räume herstellt und einen Beitrag zur Bewältigung der globalen Klimakrise leistet, könnte darin liegen, den Straßenraum neu zu denken (Mitteregger et al. 2020). Gerade der Blick auf die ausgewählte Beispielgemeinde Liesing, die von der Triester Straße, einer der zentralen Pendlerachsen des Individualverkehrs, durchkreuzt wird, zeigt hier hochrelevante Potentiale. Der Cluster von Pkw-assoziierten Betrieben legt Gestaltungspotentiale offen, die nicht ungenutzt bleiben sollten. Tritt der Wandel wie prognostiziert ein, wäre dies ein kapitaler Fehler – und Mumford hätte schon wieder recht behalten.

## LITERATUR

- Alessandrini, A., A. Campagna, P. Delle Site, F. Filippi und L. Persia 2015. „Automated vehicles and the rethinking of mobility and cities“, in *Transportation Research Procedia* 5, 145–160.
- Anair, D., J. Martin, M. C. de Moura und J. Goldman 2020. *Ride-Hailing's Climate Risks: Steering a Growing Industry Toward a Clean Transportation Future*. Cambridge, MA: Union of Concerned Scientists. <https://tinyurl.com/tz5gwt> (15.4.2020).
- Banham, R. 1971. *Los Angeles: The architecture of four ecologies*. Los Angeles: University of California Press.
- Bauer, C. 2011. *7 Tools zur Innenentwicklung: Die Metron Dichtebox: der Siedlungsraum der Schweiz soll begrenzt und die Entwicklung nach Innen gelenkt werden*. Brugg: Metron. <https://bit.ly/38sZRzj> (4.5.2020).
- Beiker, S. 2015. Einführungsszenarien für höhergradig automatisierte Straßenfahrzeuge, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 197–218.

- Bellet, C. 2009. „The introduction of the high speed rail and urban restructuring: the case of Spain“, in *City Futures* 9, 4–6.
- Bertolini, L. 2017. *Planning the Mobile Metropolis: Transport for People, Places and the Planet*. London: Palgrave/Red Grove Press.
- Bertolini, L., C. Curtis und J. Renne 2012. „Station area projects in Europe and beyond: Towards transit oriented development?“, in *Built Environment* (38) 1, 31–50.
- Bertolini, L., und T. Spit 2005. *Cities on rails: The redevelopment of railway stations and their surroundings*. London: Routledge.
- Bormann, R., P. Fink, H. Holzappel, S. Rammner, T. Sauter-Servaes, H. Tiemann, T. Waschke und B. Weirauch 2018. „Die Zukunft der deutschen Automobilindustrie: Transformation by Disaster oder by Design?“, *WISO Diskurs* 03/2018. Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Bourdieu, P. 1987. *Die feinen Unterschiede*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Braham, W. W., und J. A. Hale 2007. *Rethinking Technology: A Reader in Architectural Theory*. London: Routledge.
- Bruinsma, F., E. Pels, H. Priemus, P. Rietveld und B. van Wee 2008. *Railway development: Impact on urban dynamics*. Amsterdam: Physica.
- Burghart, W., und G. Hertenberger 2018. *Österreichs gefährdetes Kulturerbe: Vom Umgang mit dem Denkmalschutz: 70 Fallbeispiele*. Wien: Schreybgsasse.
- Chan, N. D., und S. A. Shaheen 2012. Ridesharing in North America: Past, present, and future. *Transport Reviews* (32) 1, 93–112.
- Charpentier, M. 2020. „Lyft Unveils ‚One-Stop-Shop‘ Service Center For Drivers In Austin“, *KUT 90.5 Austin’s NPR Station*, 14.1.2020. <https://tinyurl.com/qs2xrp2> (4.5.2020).
- Chaum, M. 2019. „Uber Video Keynote“, Vortrag bei der Schweizer Mobilitätsarena, 16.9.2019.
- Clements, L. M., und K. M. Kockelman 2017. „Economic Effects of Automated Vehicles“, in *Transportation Research Record* (2606) 1, 106–114.
- Cohen, M. A., N. Agrawal und V. Agrawal 2006. „Winning in the aftermarket“, in *Harvard Business Review* (84) 5, 129–146.
- Cresswell, T. 2006. *On the Move: Mobility in the Modern Western World*. New York: Routledge.
- Eckl-Dorna, W. 2020. „So treibt der Dieselskandal Autohäuser in den Ruin“, *Der Spiegel*, 20.2.2020. <https://tinyurl.com/qvpk9fw> (15.4.2020).
- Edelson, Z. 2017. „Port Authority Bus Terminal to get total reset and other breaking news from annual RPA conference“, *The Architect’s Newspaper*, 21.4.2017. <https://tinyurl.com/sx6dvks> (15.4.2020).
- Epting, S. 2019. „Automated vehicles and transportation justice“, in *Philosophy & Technology* (32) 3, 389–403.
- Frangoul, A. 2018. „How remote control centers are changing the way mining operations are carried out“, *CNBC*, 4.7.2018. <https://tinyurl.com/r2luk4m> (15.4.2020).
- Freeman, C., und C. Perez 1998. *Structural crises of adjustment: business cycles and technical change and economic theory*. London: Pinter.
- Geels, F. W., und J. Schot 2010. „The dynamics of transitions: a socio-technical perspective“, in *Transitions to Sustainable Development: New Directions in the Study of Long Term Transformative Change*, hg. v. J. Grin, J. Rotmans und J. Schot. London: Routledge, 11–104.
- Görgl, P., J. Eder, E. Gruber und H. Fassmann 2017. „Monitoring der Siedlungsentwicklung in der Stadtregion+Strategien zur räumlichen Entwicklung der Ostregion“, Studie im Auftrag der Planungsgemeinschaft Ost. <https://tinyurl.com/trqqwdl> (16.4.2020).
- Grams, A. 2017. „Spielräume für Dichte. Der Innenentwicklungskompass als problemorientierte Methode für Verdichtung in kleinen und mittleren Gemeinden“, *IRL-Bericht* 8. Zürich: vdf Hochschulverlag.
- Greenblatt, J. B., und S. Shaheen 2015. „Automated Vehicles, On-Demand Mobility, and Environmental Impacts“, in *Current Sustainable/Renewable Energy Reports* (2) 3, 74–81.
- Grübler, A. 1990. *The rise and fall of infrastructures*. Heidelberg: Physica.
- Grübler, A. 1992. „Technology and Global Change: Land Use, Past and Present“, *IASA Working Paper WP-92-002*, Laxenburg.
- Hagemann, I. 2016. „Das gegenhegemoniale Moment der Demokratie. Gegenhegemoniale Projekte und demokratische Demokratie am Fallbeispiel der grünen Bewegung“. Universität Duisburg-Essen.

- Hall, P. G., und K. Pain (Hrsg.) 2006. *The polycentric metropolis: learning from mega-city regions in Europe*. London: Routledge.
- Hawkings, A. J. 2018. „Lyft will spend \$100 million on new driver support centers“, *The Verge*, 23.5.2018. <https://tinyurl.com/ycb94tw2> (16.4.2020).
- Headrick, D. R. 1994. „Technological Change“, in *The Earth as Transformed by Human Action*, hg. v. R. Turner. Cambridge: Cambridge University Press, 55–68.
- Heinrichs, D. 2016. „Autonomous driving and urban land use“, in *Autonomous Driving. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 213–231.
- Heller, N. 2017. „Is the Gig Economy Working?“, *The New Yorker*, 15.5.2017. <https://tinyurl.com/utlvmct> (15.4.2020).
- Hu, W. 2017. „As Uber Woos More Drivers, Taxis Hit Back“, *The New York Times*, 28.3.2017. <https://tinyurl.com/vv8cqcm> (15.4.2020).
- Jolliet, O., und P. Crettaz 1996. „Critical surface-time 95. A life cycle impact assessment methodology including fate and exposure“, EPFL –École polytechnique fédérale de Lausanne, 1996.
- Kucharczyk, S. 2017. „How will maintenance change with the autonomous vehicle?“, *ReadWrite*, 18.4.2017. <https://tinyurl.com/td6s2hf> (15.4.2020).
- Kuhn, T. S. 1967. *The structure of scientific revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Leberstein, S. 2016. „Uber’s car leasing program turns its drivers into modern-day sharecroppers“, *Quartz*, 6.6.2016. <https://tinyurl.com/yx7oecf5> (16.4.2020).
- Leiner, C., und T. Adler 2019. „Transportation Network Companies (TNCs): Impacts to Airport Revenues and Operations – Reference Guide“, *ACRP Research Report 215*.
- Lenz, B., und E. Fraedrich 2015. „Neue Mobilitätskonzepte und autonomes Fahren: Potenziale der Veränderung“, in *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, hg. v. M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz und H. Winner. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 175–195.
- Lottes, G. J. 2020. „Der Wohnungsmarkt in Wien. Ein Marktbericht von Raiffeisen“, Raiffeisenlandesbank Niederösterreich-Wien. <https://tinyurl.com/tn55auo> (16.4.2020).
- Magistratsabteilung 21 (Stadtteilplanung und Flächennutzung) 2015. „Perspektive Liesing. Ein Entwicklungskonzept für einen Stadtteil im Wachsen“, *Projektzeitung #2*, 2.1.2015. <https://tinyurl.com/tjntguc> (16.4.2020).
- Manderscheid, K. 2014. „The Movement Problem, the Car and Future Mobility Regimes: Automobility as Dispositif and Mode of Regulation“, in *Mobilities* (9) 4, 604–626.
- Marshall, S. 2005. *Street & Patterns*. London: Spon Press.
- McKinsey 2018. „Ready for inspection – The Automotive Aftermarket in 2030“. <https://tinyurl.com/ssb7ksk> (15.4.2020).
- McLuhan, M. 2003, *Understanding Media: The extension of man*. Corte Madera: Ginko Press.
- Mitteregger, M., A. Soteropoulos, J. Bröthaler und F. Dorner 2019. „Shared, Automated, Electric: the Fiscal Effects of the ‚Holy Trinity‘“, Proceedings of the 24. REAL CORP, International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society. Karlsruhe.
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuven und I. Banerjee 2020. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*. Berlin: Springer Vieweg.
- Mumford, L. 1968. „The highway and the city“, in *The Urban Prospect*, hg. v. L. Mumford L. New York: Harcourt, Brace & World, 92–107.
- OECD 2020. „Functional urban areas by country“. <https://tinyurl.com/tawbkmz> (15.4.2020).
- OpenStreetMap Wiki 2020. „DE:Key:landuse“. <https://tinyurl.com/vo6prk9> (16.4.2020).
- Ongweso Jr., E., und J. Koebler 2019. „Uber Office Has Nice Port-a-Potties for ‚Employees Only,‘ Inferior Ones for Drivers“, *VICE*, 5.12.2019. <https://tinyurl.com/ufc2jxx> (15.4.2020).
- Pevsner, N. 1953. *The Buildings of England: Derbyshire*. Harmondsworth: Penguin.
- Ramm, F. 2019. „OpenStreetMap Data in Layered GIS Format“. <https://tinyurl.com/yyukslna> (16.4.2020).
- Rapier, G., und T. Wolverson 2019. „Uber lost \$5.2 billion in 3 months. Here’s where all that money went“, *Business Insider* 9.8.2019. <https://tinyurl.com/yxxsm2qf> (16.4.2020).
- Rogers, E. M. 2003. *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.

- Schmitz, S. 2001. *Revolutionen der Erreichbarkeit. Gesellschaft, Raum und Verkehr im Wandel* (Stadt-forschung aktuell, Band 83). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- SFCTA (San Francisco County Transportation Authority) 2018. „TNCs & Congestion. Final Report.“ <https://tinyurl.com/y6w76ta6> (15.4.2020).
- Shaheen, S., und A. Cohen 2019. „Shared ride services in North America: definitions, impacts, and the future of pooling“, in *Transport Reviews* (39) 4, 427–442.
- Sheikh, N. 2018. „Applying a Hybrid Network Approach to Deployment of Self-Driving Mobility Ser-vices“, Automated Vehicle Symposium. <https://tinyurl.com/uhwtb3k> (15.4.2020).
- Sieverts, T. 1998. *Zwischenstadt: Zwischen Ort und Welt, Raum und Zeit, Stadt und Land*, Bauwelt Fundamente 118. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Sommer, C. 2018. „Neue Angebote für den ländlichen Raum“, Vortrag beim Symposium „ZENTRALI-TÄTEN 4.0 – Mittelzentren im Zeitalter der Digitalisierung“, 22.11.2018, Kassel.
- Soteropoulos, A., M. Berger und F. Ciari 2019. „Impacts of automated vehicles in travel behaviour and land use: An international review of modelling studies“, in *Transport Reviews* (39) 1, 29–49.
- Soteropoulos, A., M. Mitteregger, M. Berger und J. Zwirchmayr 2020. „Automated drivability: Toward an assessment of the spatial deployment of level 4 automated vehicles“, in *Transportation Re-search Part A: Policy and Practice* 136, 64–84.
- Spielmann, M., und R. Scholz 2005. „Life Cycle Inventories of Transport Services: Background Data for Freight Transport“, in *The International Journal of Life Cycle Assessment* (10) 1, 85–94.
- Splend 2019. „We have a new Member Support Centre in London“, Pressemitteilung, 17.4.2019. <https://tinyurl.com/s3uwy97> (15.4.2020).
- Statistik Austria 2017. „Urban-Rural-Typologie von Statistik Austria“. <https://tinyurl.com/rs5qj9s> (16.4.2020).
- Stead, D., und B. Vaddadi 2019. „Automated vehicles and how they may affect urban form: A review of recent scenario studies“, in *Cities* 92, 125–133.
- Steen, B., und S.-O. Ryding 1993. *The EPS enviro-accounting method. An application of environmental accounting for evaluation and valuation of environmental impact in product design*. APR: Stockholm.
- STRIA 2019. *Roadmap on Connected and Automated Transport: Road, Rail and Waterborne*. Brüssel: Europäische Kommission.
- Tucker, C. 2019. „Uber-rival Bolt opens new hub in Chiswick, London, surging to 1.5 million London passengers in 6 months“, *EU-Startups*, 25.12.2019. <https://tinyurl.com/sbay9ul> (15.4.2020).
- Vlasic, B. & Isaac, M. 2016. „Uber Aims for an Edge in the Race for a Self-DrivingFuture“, *The New York Times*, 18.8.2016. <https://tinyurl.com/w928p8a> (16.4.2020).
- Yankelevich, A., R. V. Rikard, T. Kadylak, M. J. Hall, E. A. Mack, J. P. Verboncoeur und S. R. Cotton 2018. „Preparing the Workforce for Automated Vehicles“. <https://bit.ly/3qrzXC8> (15.4.2020).
- Zwick, A. 2018. „Welcome to the Gig Economy: neoliberal industrial relations and the case of Uber“, in *GeoJournal* (83) 4, 679–691.

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Li-zenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genann-ten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Li-zenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschrif-ten erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Mate-rials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



# TEIL IV

## Governance

Jens S. Dangschat, Ian Banerjee, Andrea Stickler

Der breite technologische Wandel und die darin eingebettete Automatisierung und Vernetzung des Straßenverkehrs (avV) stellen eine große gesellschaftliche Herausforderung dar und haben das Potential zu tiefgreifenden gesellschaftlichen Veränderungen („Zweite industrielle Revolution“). Wie sollen Politik und planende Verwaltung, Unternehmen und die Zivilgesellschaft damit umgehen?

Die neuen Technologien werden den Arbeitsmarkt, die stadtrregionale Entwicklung, den Verkehr und die Kommunikation im Alltag erheblich verändern. Daraus werden sich erhebliche Chancen für Wirtschaftswachstum und unternehmerischen Wettbewerb sowie für die Sicherheit und Effizienz des Straßenverkehrs ergeben. Es wird aber auch erwartet, dass es zu ökonomischen und politischen Verschiebungen auf der Makroebene kommt. Dabei werden sich auf der regionalen/lokalen Ebene sehr unterschiedliche Entwicklungsdynamiken zeigen, woraus neue und verstärkte Formen sozialer Ungleichheit entstehen werden. Welche Entwicklung ist wünschenswert und welche nicht? Wie verteilen sich Vor- und Nachteile dieser technologisch bestimmten Entwicklungen und wie können diese Ungleichgewichte verringert werden? Kann beispielsweise durch die Einführung des avV das Gefälle zwischen Stadt und Land besser ausbalanciert werden?

Sozialwissenschaftliche Studien zur Digitalisierung im Allgemeinen und dem avV im Speziellen kommen überwiegend zu dem Schluss, dass die Implementierung neuer soziotechnischer Systeme einer veränderten Form der Governance bedarf, um nicht nur unerwünschte Nebeneffekte zu vermeiden, sondern auch eine notwendige sozialökologische Transformation zu unterstützen. In diesem Kontext ist eine angemessene legislative und ordnungspolitische Rahmensetzung ebenso notwendig wie ein Prozess des Aushandelns unterschiedlicher Interessen, die sich territorial zudem stark unterscheiden können. Gibt es bereits innovative Ansätze der Governance?

Die Digitalisierung definiert diese Arena völlig neu, weil nicht nur neue Akteure (globale IT-Industrie, Unternehmen der Plattform-Ökonomie, Start-ups, Mobilitätsanbieter etc.) eingebunden werden müssen. Da sich auch die Medien der Kommunikation fortwährend verändern, wird der steuernde Zugriff auf die meist global agierenden Unternehmen und die dahinterliegenden Geschäftsmodelle für lokal/regional oder nationalstaatlich aufgestellte politisch-planerische Institutionen herausfordernd.

Im Beitrag *Neue Governance-Konzepte für die Digitalisierung: Herausforderungen und Potentiale* diskutiert Alexander Hamedinger neue Governance-Konzepte, die er erstmalig auf den avV bezieht. Governance ist in diesem Kontext dabei nicht eindeutig positiv besetzt, vielmehr kommt es vor allem darauf an, welche AkteurlInnen in welcher Konstellation in welche Aushandlungs- und Entscheidungsfindungsprozesse eingebunden sind. Dass es neuer Formen der Governance bedarf, liegt nach Auffassung Hamedingers vor allem an vier Bereichen, in denen seit den 1990er Jahren Transformationen stattfinden: in der Gesellschaft selbst, im politisch-administrativen System, im Klimabereich und vor allem im Feld der Technologie, welches sich auf alle anderen Bereiche die Transformation forciierend auswirkt. Im Weiteren stellt der Autor mit der „reflexive governance“, der „tentative governance“ und dem „regulativen Liberalismus“ drei Formen der Steuerung und Koordination vor, die als Möglichkeit entwickelt wurden, auf die neuen flexiblen Herausforderungen zu reagieren.

Im zweiten Beitrag dieses Buchteils beschreiben Fabienne Perret und Christof Abegg unter dem Titel *Wie steuern automatisierte Fahrzeuge die Raumentwicklung in der Schweiz?* die Auswirkung des avV auf die Raumentwicklung in der Schweiz. Dabei wird ein besonderer Schwerpunkt auf traditionelle und innovative Modelle des öffentlichen Personenverkehrs gelegt. Grundlage ihrer Erkenntnisse bilden zwei umfangreichen Studien, die sich zum einen mit den möglichen Auswirkungen und den daraus folgenden unternehmerischen und allgemeinen politisch-planerischen Handlungsoptionen befassen und zum anderen die notwendigen Rahmenbedingungen hinsichtlich politischer, rechtlicher, wirtschaftlicher, technologischer, gesellschaftlicher und ethischer Aspekte adressieren. Dazu werden Szenarien mit unterschiedlichen Kombinationen wirtschaftlicher und politischer Einflussnahme entwickelt und allgemeine großräumige Auswirkungen auf die Siedlungsstruktur der Schweiz sowie detailliertere Auswirkungen auf Städte und Agglomerationen diskutiert. Abschließend wird ein möglicher und notwendiger Regulierungsrahmen für die unterschiedlichen staatlichen Ebenen mit einem besonderen Gewicht auf Städte und Agglomerationen skizziert und zur Diskussion gestellt. Der Beitrag endet mit einer Aufforderung an Städte und Agglomerationen, „die Steuerung von Mobilität und Raumentwicklung nicht aus der Hand [zu] geben“.

Andrea Stickler analysiert in ihrem Beitrag *Von lokalen Projekten der Verkehrswende für automatisierten und vernetzten Verkehr lernen: diskurs- und hegemonietheoretische Perspektiven auf neue Mobilitätsdienstleistungen in Niederösterreich* neue Mobilitätsangebote im ländlichen Raum in Niederösterreich und inwieweit diese nicht nur zur Mobilitätswende beitragen können, sondern auch das „System der Automobilität“ in Frage stellen. Mit einem diskurs- und hegemonietheoretischen Analyseansatz betrachtet sie Angebote von stationsbasiertem E-Car-Sharing, gemeinnützigen Fahrtendiensten und von Anrufsammeltaxis als Einsatzmöglichkeiten neuer Mobilitätsangebote. Die Autorin kommt dabei zu dem Schluss, dass aufgrund widersprüchlicher Intentionen, Nutzungs- und Einsatzformen der Beitrag von neuen Mobilitätsangeboten zur Verkehrswende derzeit eher gering ist. In ihren Schlussfolgerungen betont sie, dass die Implementierung des avV in einen expliziten und effektiven Zusammenhang mit der Verkehrswende gestellt werden muss, die umkämpft sein wird und einen breiten Wertewandel erfordert, bei dem letztlich auch die Automobilität stärker in Frage zu stellen ist.

In seinem Beitrag *Technologische Transformationen, gesellschaftliche Umbrüche und die Herausforderung für die Governance im Zusammenhang mit der Entwicklung des automatisierten und vernetzten Verkehrs* interpretiert Jens S. Dangschat die Entwicklung des avV als tiefgreifenden Wandel eines soziotechnischen Systems. Dazu stellt er die gesellschaftliche Entwicklung und die politisch-planerische Steuerung in den Kontext der Zweiten Moderne mit ihren flexibleren Strukturen, Netzwerken und pluralen Entwicklungen. Anschließend ordnet der Autor die Entwicklung des avV aus techniksoziologischer Sicht ein, bevor er im Weiteren die Politik und Steuerung der technologischen Transformation diskutiert. Es geht hierbei jedoch nicht um lokale/regionale Strategien, sondern um die Narrationen der Automatisierung und Eindeutigkeiten der technologischen Entwicklungen im Kontext des dominanten Dispositivs der Automobilität. Zur Analyse der gesellschaftlichen Auswirkungen des avV schlägt Dangschat vor, die politischen horizontalen und vertikalen Transfers der Narrationen in den Blick zu nehmen, mit denen „Realitäten“ und Alternativlosigkeit festgeschrieben werden.

Im letzten Beitrag *Data-Driven Urbanism, Digital Platforms, and the Planning of MaaS in times of Deep Uncertainty: What Does It Mean for CAVs?* diskutieren Ian Banerjee, Peraphan Jittrapirom und Jens S. Dangschat den technologischen, ökonomischen und politisch-planerischen Kontext des avV: datengetriebenen Urbanismus, digitale Plattformen und multiple Mobilitätsdienstleistungen (Mobility as a Service – MaaS) sowie deren Steuerung in einer Phase großer

Unsicherheit. Im Kontext der Smart-City-Debatten werden eingangs die technologischen und epistemologischen Aspekte der computergestützten Entwicklung hinsichtlich des Umgangs mit Daten diskutiert. Mit der Plattformökonomie treten neue Geschäftsmodelle – häufig von „Quereinsteigern“ – in die Arena, die mit sehr unterschiedlichen Motivationen und Zielsetzungen agieren. Die Beschäftigung mit MaaS steht für unternehmerische und politische Entscheidungen in einem Feld großer Unsicherheiten. Die drei Aspekte soziotechnischer Transformation werden abschließend genutzt, um Vorschläge für die Steuerung im Rahmen neuer Governance-Formen hinsichtlich kommender avV-Plattformen zu entwickeln.



# 16 Neue Governance-Konzepte für die Digitalisierung: Herausforderungen und Potentiale

Alexander Hamedinger

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>344</b>
<b>2.</b>	<b>Herausforderungen durch die Digitalisierung</b>	<b>345</b>
2.1	AkteurInnen, Institutionen und Akteurskonstellationen	345
2.2	Legitimation	346
2.3	Interaktionsprozesse	347
2.4	Output von Governance	347
<b>3.</b>	<b>Auf der Suche nach neuen Governance-Konzepten</b>	<b>347</b>
3.1	Reflexive Governance	347
3.2	Tentative Governance	349
<b>4.</b>	<b>Fazit</b>	<b>350</b>
	<b>Literatur</b>	<b>353</b>

---

Alexandert Hamedinger  
TU Wien, Forschungsbereich Soziologie (ISRA)  
alexander.hamedinger@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_16)

# 1. EINLEITUNG

Unter dem Begriff „Governance“ versteht man grundsätzlich die Steuerung und Koordination von Handeln und umfasst im weiten Verständnis verschiedene Formen und deren Prozesse (vgl. Gailing/Hamedinger 2019). Diese reichen von hoheitlicher, d. h. staatlicher Top-down-Steuerung und -Koordination bis zu Formen der Selbststeuerung ohne staatliche AkteurInnen (Mayntz/Scharpf 1995, Blatter 2007). Dieses sozialtheoretisch fundierte Verständnis von Governance unterscheidet sich von einem engeren Verständnis, das den Wandel von staatlichen Steuerungs- und Koordinationsformen hervorhebt. Der Wandel, so die Argumentation, steht im Kontext der Veränderung von Akkumulationsregimen zunehmender Flexibilisierung. Der Staat als Teil der Regulationsweise wird modernisiert („Verwaltungsmodernisierung“) und unternehmerischer (Harvey 1989). Gleichzeitig öffnet er sich für die Mitwirkung von nichtstaatlichen AkteurInnen an der politischen Entscheidungsfindung außerhalb der „klassischen“ Wege liberaler Demokratien. Public-private-Partnerships, Netzwerke, aber auch Partizipationsprozesse im Sinne der Bürgerbeteiligung sind Ausdrucksformen dieses Wandels von „government“ zu „governance“. Von Governance erhoffen sich AkteurInnen aus Politik und Verwaltung eine Verbesserung der Effektivität und Legitimation von Steuerung und Koordination.

VertreterInnen der kritischen Planungstheorie und Stadtforschung (u. a. Yiftachel/Huxley 2000, Purcell 2009) wenden allerdings gegen eine Governance-Euphorie, die seit den 1980er Jahren in der europäischen Stadtentwicklung festzustellen ist, ein, dass unter anderem Partizipationsprozesse als Governance-Formen nicht zu einer erhofften Demokratisierung der Gesellschaft führen, sondern die Reproduktion von sozialer Ungleichheit unterstützen können. Governance befördere gar eine Neoliberalisierung (Deregulierungs- und Kommodifizierungspolitik) von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Eine ähnliche Interpretation bringt Swyngedouw (2013) in die Debatte ein, wenn er von der politischen Ordnung der kapitalistischen Stadt heute spricht, die im Grunde genommen postpolitisch sei, weil darin die Aushandlung von tiefliegenden sozialen Konflikten vernachlässigt und die Einflussmöglichkeiten von starken WirtschaftsakteurInnen auf die Politik erhöht werden.

BefürworterInnen einer solchen kritischen Argumentation verweisen weiterhin auf die Dominanz von „technokratischen Eliten“ in neueren Governance-Formen (z. B. in „policy networks“) sowie auf die fehlende Transparenz und demokratische Legitimation des Steuerns und Regierens durch Netzwerke oder Public-private-Partnerships (vgl. Jessop 2000, Zürn 2009, Hamedinger 2013). Zusammenfassend wird also an Governance – verstanden als neue Steuerungs- und Koordinationsform, an der AkteurInnen aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Sphären mitwirken – das teilweise Fehlen einer legitimatorischen Basis kritisiert. Unterstellt wird weiterhin, dass durch solche Governance-Formen Neoliberalisierung unterstützt und soziale Ungleichheit reproduziert wird. Vorwürfe, die natürlich für alle Formen der Steuerung und Koordination, auch der rein staatlichen und für neuere Governance-Konzepte, empirisch zu überprüfen wären.

Aus heutiger Sicht scheint diese Debatte um Government und Governance, Deregulierung und Re-Regulierung, Kommodifizierung und Rekommunalisierung, Öffnung und Schließung von Regulationsweisen (Reckwitz 2019) aktueller denn je. Dies hängt mit dem Kontext von Governance zusammen, der sich seit den 1980er Jahren in Europa ganz wesentlich verändert hat. Vier Aspekte sind dabei hervorzuheben:

1. Der Klimawandel, der sowohl eine Umkehr in den Zielen von räumlicher, gesellschaftlicher und ökonomischer Entwicklung (Stichwort: „degrowth“) und in den Governance-Formen erfordert (Stichwort: neuer Munizipalismus). Wie schwierig das ist, zeigt Andrea Stickler (siehe Beitrag 18 in diesem Band) am Beispiel von Politiken der Verkehrswende auf.

2. Der soziale Wandel, vor allem die zunehmenden sozioökonomischen Ungleichheiten, die sich unter anderem aus Struktureffekten am Arbeitsmarkt und Veränderungen in wohlfahrtsstaatlichen Systemen ergeben. Vor diesem Hintergrund sind Formen von Steuerung und Koordination gesucht, die den sozialen Zusammenhalt befördern und stabilisieren und eben nicht soziale Ungleichheit reproduzieren.
3. Der Wandel von politisch-administrativen Systemen und der liberalen Demokratien. Letztere stehen schon seit längerer Zeit vor der Herausforderung der Inklusion einer immer heterogener werdenden Gesellschaft. Interessensausgleich und Repräsentation dieser Vielfalt wird immer schwieriger. So wird der Anteil von nichtwahlberechtigten Bevölkerungsteilen in Städten immer höher (in Wien lag dieser Wert 2019 – nach Verlic/Hammer 2019 – bei 28 % der Bevölkerung im Wahlalter), deren Inklusion in diese Systeme schwieriger.
4. Der technologische Wandel, der einer zielgerichteten Governance bedarf, um nicht negative Effekte auf die anderen genannten Handlungsbereiche (Gesellschaft, Umwelt, Demokratie) zu erzeugen (siehe Beitrag 19 von Dangschat in diesem Band). Gleichzeitig verändern sich durch die Digitalisierung Erscheinungsformen von Governance selbst. Banerjee et al. (Beitrag 20 in diesem Band) sprechen von „digital modes of governance“, die durch große Mengen an Daten möglich wären, und behaupten, dass die Regulierung von Datenströmen (deren Produktion und Verwendung) zusätzlich einen umfassenden, inklusiven Governance-Ansatz benötigt.

Welche Herausforderungen bringt der technologische Wandel – an dieser Stelle vor allem verstanden als Digitalisierung – für Governance-Strukturen- und -Prozesse nun mit sich? Mit welchen Governance-Konzepten sollte in Politik und Verwaltung auf diese Herausforderungen reagiert werden? Diesen Fragen wird im Folgenden kursorisch nachgegangen.

## 2. HERAUSFORDERUNGEN DURCH DIE DIGITALISIERUNG

Grundsätzlich lassen sich diese Herausforderungen entlang von vier Dimensionen beschreiben, durch welche Governance-Strukturen und -Prozesse gekennzeichnet sind. Diese Beschreibung ist allgemein gehalten, da eine detaillierte Beschreibung in konkreten Bereichen der Digitalisierung (z. B. bei Plattformen wie AirBnB oder beim automatisierten und vernetzten Verkehr, avV) jeweils eine vertiefte empirische Analyse voraussetzen würde.

### 2.1 AKTEURINNEN, INSTITUTIONEN UND AKTEURSKONSTELLATIONEN

Banerjee et al. (siehe Beitrag 20 in diesem Band) sprechen von „commercial inflections“, die es zu regulieren gelte, da AkteurInnen aus Politik und Verwaltung immer mehr von privatwirtschaftlich betriebenen Plattformen und der Sammlung von Daten abhängen, die eben oft von großen „Datenkonzernen“ (z. B. Microsoft, Google, Facebook) durchgeführt wird. Schulz und Dankert (2016) verweisen in ihrem Artikel über die „Governance by Things“ auf Machtverschiebungen in den Akteurskonstellationen, die bisher für das Politikmachen ausschlaggebend waren: Sie sprechen von einer Verschiebung von Macht zugunsten von privaten Unternehmen, die Codes und Algorithmen entwickeln und implementieren. Auf städtischer Ebene finden sich insbesondere unter dem Titel der „Smart City“ Vorläufer der Digitalisierungsdebatte, die sich um die Rolle von Technologie in der Entwicklung von städtischen Ökonomien und Gesellschaften dreht.

Hier zeigt sich aber, dass die digitale Transformation einen konfliktreichen Aushandlungsprozess zwischen starken Wirtschaftsakteuren (vor allem aus der IT-Branche), städtischer Politik und Verwaltung sowie mancherorts von sozialen Bewegungen beinhaltet (vgl. Bauriedl/Strüver 2018: 2) und technologiezentrierte und -deterministische Perspektiven zunehmend unter Rechtfertigungsdruck geraten. Die Breite des Akteursspektrums ist heute grundsätzlich ein wesentliches Kennzeichen von „urban governance“ (Cruz et al. 2019). Aber anders als manch kritischer Diskurs dies nahelegt, wirken AkteurInnen aus städtischer Politik und Verwaltung an der Ko-Produktion der Smart City aktiv mit bzw. sind sie sogar wesentliche Treiber dieser Entwicklung.

Damit rückt das Government, das politisch-administrative System als Akteur in einer smarten, datengestützten räumlichen Entwicklung, wieder in den Mittelpunkt von Steuerungs- und Koordinationsvorhaben (s. den Beitrag von Dangschat in diesem Band). Allerdings sind AkteurInnen aus Politik und Verwaltung mit den rasanten Entwicklungen rund um die Digitalisierung oft überfordert. Dies betrifft unter anderem ihr Wissen über die soziotechnischen Bedingungen und Effekte der Digitalisierung (siehe Beitrag 20 von Banerjee et al. in diesem Band), die juristischen Möglichkeiten der Einhegung negativer Effekte sowie die aus guten Gründen starren und zeitintensiven Prozesse der Kommunikation und der Entscheidungsfindung innerhalb der politisch-administrativen Systeme. Die vertikal organisierte Aufbauorganisation dieser Systeme erschwert zudem eine rasche, ressortübergreifende Behandlung von neuen Problemen der Stadtentwicklung, die sich aus der Digitalisierung ergeben (z. B. im Fall von AirBnB). Eine weitere Herausforderung sprechen Schulz und Dankert (2006) an: Die Entwicklung von Codes und Algorithmen basiere auf explizitem Wissen, um Probleme zu lösen. Politische Entscheidungsfindungsprozesse und unsere alltäglichen Routinen dagegen basieren oft auf „tacit knowledge“, das nicht verbalisierbar ist. Diese Form von Wissen ist in politische Kulturen und gesellschaftliche Praktiken mit ihren jeweiligen sozialen Normen und Werten eingebettet und prägt unser Verhalten. Am Beispiel des automatisierten Fahrens führen Schulz und Dankert (ebd.: 8) zu Recht aus: „Test-drives with autonomous cars show that they are able to stick to traffic rules slavishly, but still cannot decide when to override rules reasonably [...]“. Ein weiterer damit zusammenhängender Aspekt ist die Zeit- und Ortsgebundenheit von politischen und Planungskulturen.

Schließlich stellt sich die Frage, wer tatsächlich zu einem/r AkteurIn in der „data-driven city“ werden kann. Banerjee et al. thematisieren das bekannte Problem des „digital divide“, das die ungleiche räumliche Verteilung digitaler Infrastrukturen sowie die ungleichen Kompetenzen und ökonomischen Ressourcen von sozialen Gruppen betreffe. Aufgrund der Geschwindigkeit von neueren Entwicklungen in der Digitalisierung könnten sogar die „digital natives“ zu „digital immigrants“ werden. Im Endeffekt verstärke der „digital divide“ die soziale Ungleichheit bzw. füge dieser neue Dimensionen hinzu. Zusammenfassend entsteht der Eindruck, dass die eingangs erwähnten Kritikpunkte an Governance – Machtverschiebungen zugunsten von privaten Unternehmen und technokratischen Eliten, Reproduktion von sozialer Ungleichheit – durch die Digitalisierung verschärft werden könnten, wenn nicht regulatorisch eingegriffen wird.

## 2.2 LEGITIMATION

Diese Veränderungen in Akteurskonstellationen sind dann problematisch, wenn dadurch bereits bestehende Legitimationsprobleme staatlicher Systeme verstärkt werden und/oder der Output von Governance im Bereich der Digitalisierung zu negativen Entwicklungen (eben u. a. zunehmende soziale Ungleichheit) führt. Schulz und Dankert (2006) sehen tatsächlich ein Legitimationsproblem, denn anders als bei der Entwicklung von Gesetzen, die in den klassischen Arenen liberaler Demokratien politisch diskutiert und entschieden werden, gibt es bei der Entwicklung der Codes keine politischen Debatten. Private Unternehmen müssen sich gar nicht politisch legitimieren.

## 2.3 INTERAKTIONSPROZESSE

Die Prozesse der Aushandlung von unterschiedlichen Akteursinteressen und der politischen Entscheidungsfindung könnten durch die Digitalisierung verbessert werden (z. B. über interaktive Plattformen, Formen der E-Democracy) und damit einen Beitrag zur Demokratisierung leisten. Cruz et al. (2019: 11) betonen, dass digitale Technologien die Art und Weise verändert haben, wie Städte regiert werden (z. B. durch „city labs“). Allerdings, so Blühdorn und Kalke (2020), wird der Prozess der Demokratisierung häufig unterlaufen und nicht gestärkt: Die Aushandlung von konfligierenden und widersprüchlichen Interessen werde durch die digitale Revolution in „verengte Diskursräume“ (ebd.: 11) verlagert, ein wirklicher Diskurs, in dem es um „sachliche Überprüfung“ geht, komme in digitalen Foren nicht zustande: „In ganz ähnlicher Weise reduzieren auch digitale Filterblasen und Echokammern die Komplexität und installieren Denkblockaden und Denkverbote, die die gesellschaftliche Fragmentierung und Polarisierung befördern und den demokratischen Diskurs ersticken“ (ebd.: 11). Die digitale Revolution, oder weiter gedacht die „data driven city“, suspendiere die mündigen BürgerInnen.

## 2.4 OUTPUT VON GOVERNANCE

Schulz und Dankert (2006) meinen mit der Vorstellung der „Governance by Things“: „[...] We consider that which the IoT (Internet of Things) ‚code is law‘ paradigm [...] might enter the physical world with all its consequences. We call this the ‚Governance by Things‘.“ Mit anderen Worten: Es wird behauptet, dass Codes, welche die Funktionsweisen von Hard- und Software bestimmen, regulierend auf das konkrete menschliche Verhalten (neben anderen Regulierungsformen wie Gesetzen oder sozialen Normen) in der physischen Welt wirken. Schulz und Dankert (ebd.) verweisen gleich auf die offensichtliche Herausforderung, die mit dieser Vorstellung einhergeht. Für Regierungen entstehe das Problem, wie sie die Entwicklung von Codes durch private Unternehmen so beeinflussen können, dass sie legitimierte politischen Zielsetzungen (z. B. Klimaschutz, soziale Kohäsion, Gemeinwohl) entsprechen. Die Frage ist, ab welchem Zeitpunkt Codes zu einer öffentlichen Frage werden und damit öffentlich diskutiert werden müssten. Die Forderung von Schulz und Dankert (ebd.: 12) besteht darin, dass „Governance by Things“ selbst eine Governance brauche, mit welcher die Codes „sozialisiert“ werden.

# 3. AUF DER SUCHE NACH NEUEN GOVERNANCE-KONZEPTEN

Welche Governance-Konzepte wären nun geeignet, um mit diesen gravierenden Herausforderungen umgehen zu können? Hierbei werden im Folgenden zwei Ansätze diskutiert: „Reflexive Governance“ und „Tentative Governance“.

## 3.1 REFLEXIVE GOVERNANCE

Der Ausgangspunkt der steuerungstheoretischen Überlegungen von Voß und Kemp (2006) ist das Konzept der Nachhaltigkeit und die Frage, welche Form von Governance eine nachhaltige Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft benötigt. Governance ist für Voß und Kemp ein Interaktionsprozess, in dem verschiedene AkteurInnen mit unterschiedlichen, vielfach konfligierenden Interessen aufeinandertreffen. Ergebnis von solchen Interaktionsprozessen sind dann unter anderem bestimmte „policies“ oder regulative Arrangements, insge-

samt eine bestimmte Governance. Die Prozesse des gesellschaftlichen Problemlösens, die mit dem Begriff Governance beschrieben werden, umfassen die kollektive Problemanalyse und -definition, Zielformulierung und Evaluation von Lösungen sowie die Koordination von Handlungsstrategien.

Die Autoren argumentieren, dass Nachhaltigkeit aufgrund ihres grenzüberschreitenden Charakters (zwischen Problemen in Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt; zwischen Steuerungssektoren; zwischen AkteurInnen und Institutionen; zwischen Territorien) neue Formen der gesellschaftlichen Problembearbeitung braucht. Reflexive Governance sei ein geeigneter Weg, um auf diese komplexen Steuerungs- und Koordinationsherausforderungen reagieren zu können. Reflexivität bezieht sich auf die verschiedenen Formen von Governance, die angewandt werden, um bestimmte gesellschaftliche Probleme zu lösen: „Reflexive Governance thus implies that one calls into question the foundations of governance itself, that is, the concepts, practices and institutions by which societal development is governed, and that one envisions alternatives and reinvents and shapes those foundations” (ebd.: 4). Im Mittelpunkt steht die Reflexion über den Zyklus von Problemerzeugung und Problemlösung, über die Probleme von Steuerung und Koordination selbst, deren Effekte, die damit verbundenen Unsicherheiten und Ambivalenzen. Dies wird an anderer Stelle auch als „Second-Order Governance“ bezeichnet (ebd.: 7). Eine solche Reflexion erfordere offene und lernorientierte Interaktionsprozesse, wie sie etwa für die transdisziplinäre Forschung oder partizipative Formen der Entscheidungsfindung bereits kennzeichnend sind.

Diese Komplexität von Problemen der Nachhaltigkeit hänge mit Folgendem zusammen:

1. Heterogenität von Elementen in der sozialökologischen Transformation, welche die Grenzen von spezialisiertem Expertenwissen aufzeigt, klassische Formen der Wissensproduktion in Frage stellt und neuere Formen benötigt, wie sie in der transdisziplinären Forschung angewandt werden.
2. Unsicherheiten, die mit der Unmöglichkeit der sicheren Vorhersage der Effekte und der Dynamiken von komplexen sozialökologischen Transformationen einhergehen. Dies erfordere adaptive Strategien und Strukturen, um aus Fehlern lernen zu können.
3. Pfadabhängigkeit: Zukünftige Entwicklungen seien durch historisch gewachsene Strukturen (z. B. Wertestrukturen, institutionelle Strukturen, Routinen der Problemlösung) beeinflusst, die nur schwierig und langsam verändert werden können. Entwicklungspfade können allerdings nicht vollkommen vorhergesagt werden. Durch unter anderem Szenariotechniken oder partizipative Modellierungen von Policies könnten einige alternative zukünftige Entwicklungen antizipiert und „lock-ins“ vermieden werden. Dazu komme, dass das Konzept der Nachhaltigkeit nicht wissenschaftlich objektiv bestimmt werden kann, sondern immer den Werturteilen unterschiedlicher AkteurInnen (Wissenschaft, Politik, Planungspraxis, Zivilgesellschaft, Wirtschaft) unterliege. Ziele der Nachhaltigkeit seien damit quasi „beweglich“. Die Konsequenz daraus ist für Voß und Kemp (ebd.: 15f.): „Sustainability is thus an ambiguous and moving target that can only be ascertained and followed through processes of iterative, participatory goal formulation.“ Schließlich müssten bei der Umsetzung von Strategien einer nachhaltigen Transformation verschiedene AkteurInnen, die wiederum unter anderem verschiedenen räumlichen Ebenen zuzuordnen sind (lokal, regional etc.), koordiniert werden. Insgesamt leiten Voß und Kemp (ebd.) daraus Anforderungen an Strategien reflexiver Governance ab: „integrated (transdisciplinary) knowledge production“, „adaptivity of strategies and institutions“, „anticipation of the long-term systemic effects of action strategies“, „iterative participatory goal formulation“, „interactive strategy development“.

Dieses Konzept der Reflexive Governance weist einige Potentiale im Umgang mit den erwähnten Herausforderungen durch die Digitalisierung auf:

- In solchen offenen, lernorientierten und inklusiven Interaktionsprozessen könnte die Governance der „Governance by Things“ breit diskutiert werden. Dies würde Fragen zu den inhaltlichen Zielen einer solchen Governance und die Suche nach der besten Governance-Form für die Digitalisierung selbst betreffen (also wo braucht es staatliche Steuerung, Co-Governance, Selbstregulation oder Mischformen). Die Digitalisierung benötigt eine Reflexive Governance, damit nicht die oben angesprochenen negativen Effekte auf die Gesellschaft (soziale Ungleichheit), Demokratie (Entmündigung) und Umwelt entstehen.
- Das Wissen über die Bedingungen und Effekte der Digitalisierung ist auf unterschiedliche Akteursgruppen vor allem aus der Wirtschaft, aber auch aus der Zivilgesellschaft (NGOs), Politik und Verwaltung verteilt. Eine transdisziplinäre Wissensproduktion, welche diese unterschiedlichen Wissensformen und Handlungslogiken systematisch integriert, ist damit eine wesentliche Voraussetzung, um zielgerichtet steuern und koordinieren zu können. Für die Entwicklung von Strategien zum Umgang mit der Digitalisierung gilt daher: interaktiv und inklusiv. Ungleichgewichte in Machtverhältnissen müssten dabei bewusst angesprochen und in den Prozessen selbst austariert werden.
- Eine weitere Charakteristik der Digitalisierung spricht für eine Strategie einer Reflexive Governance: die Geschwindigkeit der technologischen Entwicklungen und die Komplexität der Auswirkungen dieser Entwicklungen (Unwissen über die nichtintendierten Folgen der Digitalisierung und Unvorhersehbarkeiten in Bezug auf den Kontext ; vgl. Beitrag 19 von Dangschat in diesem Band). Adaptive, lernende Strategien sowie partizipative Szenarientwicklungen sind hier sicherlich geeignete Formen des Umgangs damit. Institutionelle Strukturen müssten adaptiver werden und regelmäßige Evaluationen und Monitoring der Effekte der Digitalisierung die Basis von Lernprozessen sein.

## 3.2 TENTATIVE GOVERNANCE

Der Ausgangspunkt für dieses Governance-Konzept sind für Kuhlmann et al. (2019) die Unsicherheiten und unerwarteten Risiken, die durch neue Entwicklungen in Wissenschaft und Technik entstehen können („emerging science and technology“). Zudem handle es sich dabei um Themenfelder, in welchen die Macht zur Beeinflussung von Governance-Lösungen auf unterschiedliche AkteurInnen verteilt sei. Um mit diesen kontextspezifischen Bedingungen umgehen zu können, brauche es laut Kuhlmann et al. (ebd.) einen flexiblen und deliberativen Governance-Ansatz, der einen guten Mittelweg zwischen der Herstellung notwendiger Stabilität einerseits und Flexibilität andererseits darstellt, also eine „tentative governance“: „We consider governance to be ‚tentative‘ when it is designed, practiced, exercised or evolves as a dynamic process to manage interdependencies and contingencies in a non-finalizing way; it is prudent (e.g. involving trial and error, or learning processes in general) and preliminary (e.g. temporally limited) rather than assertive and persistent“ (ebd.: 3). Es handelt sich um einen stark prozessorientierten Zugang zu Governance, der offen, lernorientiert und adaptiv ist sowie das Experimentieren mit verschiedenen Problemlösungen erlaubt. Eine solche Governance wird von Dangschat (Beitrag 19 in diesem Band) im Umgang mit avV gefordert.

Für Kuhlmann et al. (2019) umfasst Governance verschiedene Arten des Regierens in unterschiedlichen Kontexten, wobei sie hervorheben, dass das hierarchische Steuern nicht mehr so gut funktioniert wie in der Vergangenheit. Koordination zwischen unterschiedlichen AkteurInnen sei wichtiger geworden als das Steuern durch direkte Kontrollmechanismen. Es brauche aber beides, eine Tentative Governance als offener und flexibler Steuerungs- und Koor-

dinationsansatz und „definitive forms of governance“ (ebd.: 3), die stabiler und stark staatlich regulierend eingreifen, um bestimmte Steuerungsziele erreichen zu können. Weiterhin unterscheiden die Autoren hinsichtlich der Effekte von Governance zwischen „intentional“ und „incidental“. Eine definitive Form von Governance könnte zu einer Tentative Governance werden, wenn unvorhersehbare Anpassungen im Steuerungsprozess notwendig werden. Tentative Governance könne vor allem in Kontexten gefunden werden, in denen „weiche“ Formen der Regulation (etwa Benchmarking) und „harte“ nebeneinander bestehen (die Autoren nennen dies „hybrid arrangements“). Tentative Governance werde dabei oft an den „Schatten der Hierarchie“ angebunden, d. h. mit harten Steuerungsformen (u. a. Gesetzgebung) verknüpft. Tentative Governance überschneide sich mit anderen Formen von Governance, die in der Literatur bisher genannt wurden, so etwa mit Reflexive und Adaptive Governance. Allerdings sei ihr Konzept der Tentative Governance breiter als der Ansatz der Reflexive Governance, so Kuhlmann et al. (ebd.), da über beides reflektiert wird: die kognitiven Fundamente von Governance selbst sowie über deren Funktionsweise. Die meisten Berührungspunkte sehen sie zu einer „experimentalist governance“, die auf Flexibilität, Offenheit, Lernen und Reversibilität beruhe. Ein Vorteil ihres Konzeptes der Tentative Governance bestehe weiterhin in der Möglichkeit seiner Anwendung in verschiedenen räumlichen, zeitlichen und sozialen Kontexten. Sie betrachten es als Heuristik, um verschiedene idealtypische Prozesse der Herstellung oder des Wandels sozialer Ordnung aufdecken zu können.

Auch das Konzept der Tentative Governance weist einige Potentiale im Umgang mit der Digitalisierung auf:

- Wie die Autoren selbst betonen, besteht der Mehrwert von Tentative Governance darin, deutlich zu machen, dass im Kontext von Innovation und technologischer Entwicklung Governance so konzeptualisiert werden muss, dass unrealistische Steuerungshoffnungen vermieden werden. Unsicherheiten, Komplexität und Dynamik erfordern unter anderem solche Formen von Governance.
- Mehr noch als im Konzept der Reflexive Governance wird betont, dass stark prozessorientierte und offene Formen von Governance an andere, stärker regulatorische und hierarchische Formen von Steuerung angebunden werden müssen („Schatten der Hierarchie“). Für den Umgang mit den Bedingungen und Folgen der Digitalisierung scheint dies als essentiell, da einige Entwicklungen im Bereich von Technologie und Innovation (z. B. Plattform-Urbanismus) ein regulatorisches Framing benötigen. Ein Mix von harter und weicher Steuerung und Koordination ist mit diesem Konzept möglich.
- Tentative Governance kann als Forschungsstrategie in verschiedenen Kontexten angewendet werden. Das Konzept ist hilfreich, um die kontextspezifischen Herausforderungen der Digitalisierung (etwa in unterschiedlichen Stadttypen) herausarbeiten zu können.

## 4. FAZIT

Grundsätzlich ist mehr empirische Forschung zum Zusammenhang von (Urban) Governance und Digitalisierung notwendig: „Advances in technology, the cost reduction of specialized hardware, and the open source and open data movements are redrafting the rules of the game for public services, community engagement, and urban entrepreneurship. [...] However, our understanding of the implications of these changes is still meager“ (Cruz et al. 2019: 11). Wie

die Digitalisierung in unterschiedlichen Themenfeldern der Stadtentwicklung (Mobilität, Energie etc.) auf historisch gewachsene Governance-Systeme wirkt und wie eine Governance der Digitalisierung (im Grunde eine Reflexive Governance) etabliert werden kann, ist noch zu wenig empirisch beleuchtet worden. Für eine Reflexive Governance braucht es aber auf jeden Fall eine offene Diskussion zwischen „Technologie-EnthusiastInnen“, die nur die Vorteile der „data driven city“ sehen, und „Technologie-KritikerInnen“, die (ausschließlich) eine Verstärkung der sozialen Ungleichheit und eine Erosion der Demokratie befürchten (vgl. ebd.). Zudem muss die Digitalisierung in verschiedenen Bereichen der Stadtentwicklung die Komplexität und Heterogenität von Städten berücksichtigen. Dafür braucht es wiederum an den jeweiligen Kontext angepasste Formen von Governance, wie sie im Konzept der Tentative Governance gefordert wird.

Reflexive und Tentative Governance haben also einige Potentiale hinsichtlich der Governance der Digitalisierung. Ein wesentlicher Unterschied besteht allerdings in ihrem Ausgangspunkt: Während im Konzept der Reflexive Governance das Ziel von Steuern und Koordinieren die Nachhaltigkeit ist, geht es bei der Tentative Governance um die Suche nach neuen Governance-Formen im Kontext von Innovation und rasantem technologischem Wandel. Das Konzept der Tentative Governance bleibt also in Bezug auf das Steuerungsziel relativ neutral. Darauf verweisen Kuhlmann et al. (2019) selbst. Aus analytischer Sicht ist das verständlich, denn damit ist es möglich, verschiedene – wie sie sagen – Idealtypen der Herstellung sozialer Ordnung verstehen zu können. Aus der Sicht von AkteurInnen aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft könnte dies allerdings wenig hilfreich sein, da es ihnen zuerst um die Suche nach Zielen der Stadtentwicklung gehen müsste und erst in einem nächsten Schritt um die Suche nach Governance-Formen, um diese Ziele umsetzen zu können. Aufgrund der derzeitigen multiplen Krise (vgl. Brand 2014), die Wirtschaft, Gesellschaft, Umwelt und Demokratie betrifft, braucht es sicherlich Ziele von Governance, die in Richtung sozialökologische Transformation oder Nachhaltigkeit gehen.

Eine Gemeinsamkeit und gleichzeitig eine Kritik an beiden Governance-Konzepten ist die weitgehende Vernachlässigung von Fragen der Legitimation. Dies ist quasi ein alter Vorwurf (siehe Einleitung) gegenüber der Governance, dem in den ausgeführten Konzepten jedoch nicht begegnet wird. Fragen der Legitimation von in beiden Konzepten geforderten lern- und prozessorientierten Governance-Formen müssen allerdings gestellt werden, da damit aufgedeckt werden kann, welche AkteurInnen exkludiert sind, wer wirklich ein Mitwirkungs- und Mitspracherecht an interaktiver Strategieentwicklung und transdisziplinärer Wissensproduktion hat. Im Kern geht es um das Aufdecken der demokratiepolitischen Qualität solcher neuer Governance-Konzepte. Die Anbindung an klassische Arenen der demokratischen Entscheidungsfindung, wie sie im Konzept der Tentative Governance zumindest angesprochen wird, wird dabei nicht ausreichen. Für Reflexive und Tentative Governance müssen neue Formen der Legitimation gefunden werden. Ansonsten werden demokratiepolitische Defizite und die Legitimationskrise der politisch-administrativen Systeme reproduziert oder gar verstärkt.

Ein weiterer kritischer Punkt betrifft den Output von Governance, vor allem die Steuerung des Verhaltens unterschiedlicher AkteurInnen durch Maßnahmen der Digitalisierung (etwa durch avV in Bezug auf das Mobilitätsverhalten). Schulz und Dankert (2006) haben bereits die rechtlichen Problematiken des Steuerns durch Codes und Algorithmen deutlich gemacht, während Blühdorn und Kalke (2020) auf die negativen demokratiepolitischen Effekte der Digitalisierung verweisen. Am Beispiel des digitalen „Nudging“, das ein „Anstupsen“ des Verhaltens durch digitale Anreize in eine gewünschte Richtung bedeutet, könnten und müssten Fragen der Governance und der Demokratie diskutiert werden. Das Nudging im Bereich des Konsumverhaltens (z. B. des Energiekonsums) wirft nicht nur Fragen hinsichtlich der digitalen Verhaltensüberwachung auf, sondern auch des Einschränkens von Freiheitsrechten. Handelt es sich beim Nudging um ein Manipulationsinstrument oder erhöht sich damit die Wahlfreiheit des Subjekts

wie es von Thaler und Sunstein (2019) behauptet wird? Sind die Ziele des Nudging im demokratischen Prozess breit und transparent ausgehandelt worden? Sind diese Ziele für KonsumentInnen sichtbar? Wie werden die privaten Unternehmen, die das Auswahldesign für die Verhaltenssteuerung konzipieren, politisch überwacht?

Es sind also noch einige Fragen theoretisch und empirisch zu klären, bevor unbedacht auf zunächst gut klingende Governance-Konzepte aufgesprungen wird. Aber gibt es vielleicht zumindest ein Steuerungsparadigma, das als übergeordnetes zukünftiges Leitbild der Governance der Digitalisierung erhalten kann? Reckwitz (2019) zeichnet einen möglichen Mittelweg zwischen den beiden bisherigen dominanten Paradigmen, dem sozial korporatistischen Paradigma und dem apertistischen Liberalismus, einem Regulierungs- und einem Dynamisierungsparadigma. Die für den apertistischen Liberalismus kennzeichnenden Verflechtungen zwischen Politik und Ökonomie (etwa in Form von Public-private-Partnerships), Maßnahmen der Deregulierung und Privatisierung sowie die zunehmende Vielfalt und Anzahl von Steuerungsakteuren sind sicherlich Kernelement des Wandels von Government zu Governance. Die negativen Effekte dieses Liberalismus sind laut Reckwitz (vgl. ebd.: 271ff.) enorm: Die mangelnde soziale und staatliche Rahmung von Märkten habe unter anderem zu einer Verstärkung von sozialen Ungleichheiten geführt, die Verschiebung von Macht zugunsten von internationalen Organisationen, des Rechtswesens und implizit starken Wirtschaftsakteuren hat den Prozess der Entdemokratisierung vorangetrieben.

Ein weiterer Treiber des Vertrauensverlustes in liberale Demokratien seien unter anderem die digitalen Medien, die Formen von Meinungs- und Willensbildung erzeugen, mit denen die traditionellen Institutionen nicht Schritt halten können. Reckwitz beschreibt nun ein neues Steuerungsparadigma, das diesen Neoliberalismus ablösen soll, den „regulativen oder einbettenden Liberalismus“ (ebd.: 285). Dieser beinhaltet Regulierungen im Sinne sozialer Ordnungsbildung, reagiert regulierend auf die neuen sozialen und kulturellen Fragen (u. a. durch staatliche Regelsetzungen für Märkte und zum Schutz von individuellen Rechten) und behält eine liberale Grundlage bei, welche die Dynamik von Märkten und der Globalisierung nutzt und in neue Rahmenbedingungen einbettet. Für die Frage der Governance ist das Staatsverständnis vielsagend: „Der Staat des regulativen Liberalismus ist wieder ein aktiverer Staat – allerdings neuen Typs, der sich vom steuernden Nationalstaat des Sozial-Korporatismus deutlich unterscheidet [...]“ (ebd.: 290). Und weiter heißt es: „Aus der Sicht des liberalen Regierens kann aber eine Steuerung gesellschaftlicher Prozesse immer nur indirekt verlaufen, mithilfe von Anreizen und Hindernissen erfolgen und muss mit nichtintendierten Folgen des eigenen Handelns rechnen“ (ebd.: 292).

Für die Governance der Digitalisierung könnte das von Reckwitz vorgeschlagene Steuerungsparadigma des regulativen Liberalismus durchaus taugen, da die negativen Effekte der Digitalisierung sozial und ökologisch regulierend bearbeitet werden könnten, ohne unternehmerische Innovationen und die für technologische Entwicklungen wichtige Dynamik von Märkten zu untergraben. Wenn Steuerung und Koordinieren allerdings hauptsächlich durch Anreize funktionieren soll, dann gelten die gleichen demokratiepolitischen Vorbehalte wie beim Nudging. Dieser Sachverhalt müsste auf der Suche nach einem neuen Steuerungsparadigma im Bereich der Digitalisierung von allen relevanten AkteurInnen breit diskutiert werden.

## LITERATUR

- Bauriedl, S., und A. Strüver (Hrsg.) 2018. *Smart City – kritische Perspektiven auf die Digitalisierung in Städten*. Bielefeld: transcript.
- Blatter, J. 2007. *Governance – theoretische Formen und historische Transformationen*. Baden-Baden: Nomos.
- Blühdorn, I., und K. Kalke. 2020. „Entgrenzte Freiheit. Demokratisierung im ökologischen Notstand?“, IGN Interventions, Febr. 2020, hg. v. Institut für Gesellschaftswandel und Nachhaltigkeit (IGN), WU Wien. [www.wu.ac.at/fileadmin/wu/d/i/ign/IGN\\_Interventions\\_Feb\\_2020.pdf](http://www.wu.ac.at/fileadmin/wu/d/i/ign/IGN_Interventions_Feb_2020.pdf) (31.6.2020).
- Brand, U. 2014. „Sozial-ökologische Transformation“, in *Kurswechsel 2/2014*, 7–18.
- Cruz, N. F. da, P. Rode, und M. McQuarrie. 2019. „New Urban Governance: A Review of Current Themes and Future Priorities“, in *Journal of Urban Affairs* (41) 1, 1–19.
- Gailing, L., und A. Hamedinger 2019. „Neoinstitutionalismus und Governance“, in *ARL Reader Planungstheorie*, hg. v. T. Wiechmann, Band 1. Berlin: Springer, 167–178.
- Hamedinger, A. 2013. „Governance, Raum und soziale Kohäsion – Aspekte einer sozial kohäsiven stadtreregionalen Governance“, unveröffentl. Habilitationsschrift, TU Wien.
- Harvey, D. 1989. „From Managerialism to Entrepreneurialism: Formation of Urban Governance in Late Capitalism“, in *Geografisker Annaler* 71(B), 3–17.
- Jessop, B. 2000. „Governance Failure“, in *The New Politics of British Local Governance Stoker*, hg. v. G. Stoker. London: MacMillan Press, 11–32.
- Kuhlmann, S., P. Stegmaier und K. Konrad 2019: „The tentative governance of emerging science and technology – A conceptual introduction“, in *Research Policy* (48) 5, 1091–1097.
- Mayntz, R., und Scharpf, F. W. (Hrsg.) 1995. *Gesellschaftliche Selbstregelung und Politische Steuerung*. Frankfurt am Main/New York: Campus.
- Purcell, M. 2009. „Resisting Neoliberalization: Communicative Planning or Counter-Hegemonic Movements?“, in *Planning Theory* (8) 2, 140–165.
- Reckwitz, A. 2019. *Das Ende der Illusionen. Politik, Ökonomie und Kultur in der Spätmoderne*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Schulz, W., und K. Dankert 2016. „Governance by Things‘ as a challenge to regulation by law“, in *Internet Policy Review* (5) 2, 1–20.
- Swyngedouw, E. 2013. „Die postpolitische Stadt“, in *suburban – Zeitschrift für kritische Stadtforschung* (1) 2, 141–158. DOI: 10.36900/suburban.v1i2.100.
- Thaler, R. H., und C. R. Sunstein 2019. *Nudge. Wie man kluge Entscheidungen anstößt*, 14. Aufl. Berlin: Ullstein.
- Verlic, M., und K. Hammer 2019. „Mind the Gap – Achtung demokratische Beteiligung“. *A&W blog*, 31.10.2019. <https://awblog.at/achtung-demokratische-beteiligung/> (9.9.2020).
- Voß, J. P., und R. Kemp 2006. „Sustainability and Reflexive Governance: Introduction“, in *Reflexive Governance for Sustainable Development*, hg. v. J. P. Voß, D. Bauknecht und R. Kemp. Cheltenham: Edgar Elgar, 3–30.
- Yiftachel, O., und M. Huxley 2000. „Debating Dominance and Relevance: Note on the ‚Communicative Turn‘ in Planning Theory“, in *Journal of Planning Education and Research* (24) 2, 907–913.
- Zürn, M. 2009. „Governance in einer sich wandelnden Welt – eine Zwischenbilanz“, in *Perspektiven der Governance-Forschung*, hg. v. E. Grande und S. May. Baden-Baden: Nomos, 61–76.

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





# 17 Wie steuern automatisierte Fahrzeuge die Raumentwicklung in der Schweiz?

Fabienne Perret, Christof Abegg

<b>1.</b>	<b>Eine schweizerische Perspektive</b>	<b>356</b>
<b>2.</b>	<b>Die Chancen und Risiken des automatisierten Fahrens</b>	<b>357</b>
<b>3.</b>	<b>Wie automatisierte Fahrzeuge in den Schweizer Markt eindringen könnten</b>	<b>358</b>
3.1	Drei Szenarien: Generelle Annahmen und spezifische Charakteristik	358
3.2	Die Szenarien im Vergleich	364
<b>4.</b>	<b>Auswirkungen auf die Raumentwicklung – im Großen wie im Kleinen</b>	<b>365</b>
4.1	Ein Entwicklungspfad des automatisierten Fahrens	365
4.2	Großräumige Auswirkungen auf die Siedlungsstruktur	366
4.3	Auswirkungen in Städten und Agglomerationen	366
4.4	Räumliche Wirkungen mit Blick auf die drei Szenarien	371
<b>5.</b>	<b>Der Bedarf und die Ansätze eines Regulierungsrahmens für die Schweiz</b>	<b>372</b>
5.1	Politischer Handlungsbedarf	372
5.2	Rolle des Staates und Handlungsoptionen	373
5.3	Spezifische Handlungsoptionen für Städte und Agglomerationen	376
<b>6.</b>	<b>Die Steuerung von Mobilität und Raumentwicklung nicht aus der Hand geben</b>	<b>377</b>
	<b>Literatur</b>	<b>379</b>

---

Fabienne Perret

ETH, Leiterin Geschäftsbereich Verkehr, EBP Schweiz AG

fabienne.perret@ebp.ch

Christof Abegg

Universität Bern, Teamleiter Stadt- und Regionalwirtschaft, EBP Schweiz AG

christof.abegg@ebp.ch

© Der/die Autor(en) 2021

M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,

[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_17)

# 1. EINE SCHWEIZERISCHE PERSPEKTIVE

Die Automatisierung im Verkehr wird unsere Mobilität schrittweise verändern. In dieser Hinsicht ist auch die Schweiz keine Insel in Europa. Forschung, Politik und Praxis setzen sich seit einigen Jahren mit zunehmender Intensität mit dem automatisierten Fahren auseinander. In vielen Fragestellungen laufen die Diskussionen vergleichbar mit anderen Ländern, wenn auch deutlich stärker angetrieben und geprägt von den Unternehmen des öffentlichen Verkehrs als von der Automobilbranche. Eine andere Note erhält die Diskussion auch durch die besondere institutionelle und räumliche Situation der Schweiz. Das ausgeprägt föderalistische System macht einen Dialog über alle Staatsebenen hinweg zur Notwendigkeit. Gefragt ist ein harmonisiertes Zusammenspiel von Bund, Kantonen, Städten und Gemeinden. Hinzu kommt ein komplexes Netz von städtischen Räumen, Agglomerationen, ländlich geprägten Gebieten sowie von Berggebieten – und dies auf vergleichsweise engem Raum.

Vorliegender Beitrag ist eine Synthese aus zwei transdisziplinären Studien, welche die EBP Schweiz AG zusammen mit verschiedenen Partnerinstitutionen in den letzten vier Jahren in der Schweiz durchgeführt hat.

In der ersten Multiclient-Studie wurde zwischen 2016 und 2018 zusammen mit dem Schweizerischen Städteverband, dem BaslerFonds und weiteren Partnern der Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag untersucht. Unter dem Obertitel „Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz“ wurden ein Grundlagenbericht (EBP, BaslerFonds, Städteverband und weitere Partner 2017), verschiedene Vertiefungsstudien zu spezifischen Fachthemen<sup>1</sup> (EBP, BaslerFonds, Städteverband und weitere Partner 2018a bis 2018f) sowie ein zusammenfassender Synthesebericht mit Handlungsoptionen für die beteiligten Partner (EBP, BaslerFonds, Städteverband und weitere Partner 2018g) erarbeitet. Die mitfinanzierenden Partner vertraten die öffentliche Hand auf der Ebene von Stadt und Kanton, verschiedene Verkehrsbetriebe und Transportunternehmen sowie eine Versicherung und die nationale Kompetenzzentrale für Verkehrsinformation.

Die zweite Studie wurde unter dem Titel „Automatisiertes Fahren in der Schweiz: Das Steuer aus der Hand geben?“ im Auftrag der Schweizerischen Stiftung für Technikfolgenabschätzung (TA-SWISS) ab 2018 erstellt und im Februar 2020 publiziert (Perret et al. 2020). Sie schätzt Chancen und Risiken des vernetzten und automatisierten Fahrens zuhanden von Politik und Gesellschaft ab. Im Sinne einer Auslegeordnung zeigt sie auf, welche Rahmenbedingungen erfüllt werden müssen, damit automatisierte Autos in der Schweiz verkehren können – und wer dafür zuständig sein soll. Die Studie umfasst die Bereiche Politik, Recht, Wirtschaft, Technologie, Gesellschaft und Ethik. Sie nimmt eine Gesamtbeurteilung vor und formuliert Empfehlungen, die an Entscheidungstragende, insbesondere PolitikerInnen, gerichtet sind. Zur breiteren Diffusion der Ergebnisse wurde auch ein Erklärfilm erstellt.

---

1 Verkehrstechnik, Daten- und IT-Infrastrukturen, mögliche Angebotsformen im kollektiven Verkehr (öffentlicher Verkehr und öffentlicher Individualverkehr), Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit, Güterverkehr und Citylogistik auf der Straße, Auswirkungen auf Ressourcen, Umwelt und Klima sowie spezifische Herausforderungen für Städte und Agglomerationen.

Das Ziel beider Studien bestand nicht darin, die technischen und rechtlichen Fragen in einer möglichst umfassenden Art und Weise zu beantworten. Stattdessen wurde die Technologie so weit beschrieben, dass die wesentlichen Zusammenhänge hervortreten und planerische sowie gesellschaftliche Kernfragen formuliert werden konnten. Aus einer Gesamtbeurteilung wurden Handlungsempfehlungen an Akteure auf allen staatlichen Ebenen, aber auch an Verkehrsunternehmen, Industrie und Branchenverbände abgeleitet. Dabei wurde berücksichtigt, in welchen Bereichen die Schweiz als vergleichsweise kleine Nation überhaupt Einflussmöglichkeiten und Gestaltungsspielraum hat und in welchen Bereichen sie internationale Regelungen übernehmen muss.

Im Folgenden werden wichtige Erkenntnisse aus diesen beiden Studien wiedergegeben und exklusiv für diesen Beitrag in einer Synthese zusammengeführt. Der Artikel verbindet dabei ausgehend von den Chancen und Risiken des automatisierten Fahrens (Abschnitt 2) drei Szenarien zur künftigen Nutzung von automatisierten Fahrzeugen in der Schweiz (Abschnitt 3) mit einer Betrachtung räumlicher Auswirkungen (Abschnitt 4). Der föderalistischen Struktur geschuldet, werden Handlungsbedarf und Handlungsoptionen für den Bund sowie die Städte und Agglomerationen formuliert (Abschnitt 5). Abschließend wird in Abschnitt 6 aufgezeigt, wie das automatisierte Fahren in der Schweiz zu einer zukunftsfähigen Mobilität beitragen kann, wenn alle Staatsebenen entlang des gesamten Politikzyklus und im Zusammenspiel ihren Beitrag leisten.

## 2. DIE CHANCEN UND RISIKEN DES AUTOMATISIERTEN FAHRENS

Das automatisierte Fahren hat das Potential, die Mobilität und den Verkehr von Personen und Gütern grundlegend zu verändern. Bereits heute sind teilautomatisierte Systeme auch in der Schweiz zugelassen und auf dem Markt verfügbar. Deutliche Veränderungen werden aber mit den nächsten Automatisierungsstufen und unter Annahme einer zunehmenden Vernetzung von Fahrzeugen erwartet. Solche hoch- und vollautomatisierten Fahrzeuge werden von Fahrzeugherstellern derzeit entwickelt und sollen je nach Experteneinschätzung ab 2025 bis 2050 zugelassen werden und ihren Durchbruch erfahren. In der internationalen Fachwelt werden die möglichen Effekte des automatisierten und vernetzten Fahrens auf zahlreiche Lebensbereiche breit diskutiert.

Aus heutiger Sicht scheint klar, dass mögliche Nutzungen von automatisierten Fahrzeugen zahlreiche Chancen bieten. Beispielsweise können neue Personengruppen von einer individuellen Mobilität profitieren (Kinder, SeniorInnen), zudem kann die Verkehrssicherheit gesteigert werden. Durch eine erhöhte Effizienz im Betrieb der Infrastrukturen können auch zusätzliche Kapazitäten geschaffen und die Erreichbarkeiten in der Schweiz verbessert werden. Im Weiteren sind neue Möglichkeiten für die Verkehrssteuerung, Flächengewinne in Städten und neue verkehrliche Angebotsformen im öffentlichen Verkehr (ÖV) resp. öffentlichen Individualverkehr (ÖIV) denkbar. Zum letzten Punkt werden in Schweizer Pilotprojekten bereits automatisierte Shuttles getestet (z. B. in den Städten Sion, Fribourg, Meyrin, Neuhausen, Zug und Bern). Auch in der Logistik und im Güterverkehr sind durch die Anwendung automatisierter Systeme große Effizienz- und Attraktivitätsgewinne zu erwarten.

Auf der anderen Seite sind aber auch Risiken absehbar: Besonders relevant ist die potentielle Zunahme der Verkehrs- und Fahrleistung. Vollautomatisierte Fahrzeuge könnten beispielsweise eigenständig zwischen dem Wohn- und dem Arbeitsort oder der Schule verkehren sowie Güter ausliefern. Entsprechende Leerfahrten erhöhen die Fahrleistung. Mit der Nutzung der Reisezeit

für andere Aktivitäten sinken zudem die persönlichen Reisezeitkosten. Diese Vorteile könnten in längere und häufigere Fahrten reinvestiert werden und damit zu einer weiteren Zersiedelung führen. Zudem wird die wichtige Bedeutung des ÖV im heutigen Sinne durch neue konkurrierende Angebote in Frage gestellt. Die drohende Zunahme der Fahrleistungen auf der Straße widerspricht den Zielen der Schweizer Bundespolitik zur Aufrechterhaltung einer leistungsfähigen Verkehrsinfrastruktur, weil diese häufig nicht weiter ausgebaut werden kann oder soll.

Solche Abschätzungen der Chancen und Risiken für die Schweiz sind insbesondere aus Sicht der staatlichen Akteure von großer Wichtigkeit, da unter anderem auch die Rolle des Staates zu definieren und die Aufgabenteilung zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft zu regeln ist. Das Zeitfenster für grundlegende Entscheide ist heute offen, dürfte sich aber hinsichtlich der erwarteten zeitlichen Entwicklung bald schließen. Von diesen Fragestellungen sind zahlreiche Fachgebiete betroffen: Neben rein technologischen und verkehrlichen Fragen ergeben sich auch zahlreiche Fragen zu Wirtschaft, Recht, Politik, Gesellschaft und Ethik.

### **3. WIE AUTOMATISIERTE FAHRZEUGE IN DEN SCHWEIZER MARKT EINDRINGEN KÖNNTEN**

Um die mögliche Spannweite der künftigen Nutzung von automatisierten Fahrzeugen aufzuzeigen, werden in der TA-SWISS-Studie drei Szenarien eingesetzt. Auch wenn die Digitalisierung im Verkehrsbereich derzeit schnell voranschreitet, ist die weitere Entwicklung keineswegs determiniert: Technologische Durchbrüche und politische Weichenstellungen könnten scheinbar gegebene Pfadabhängigkeiten künftig durchaus infrage stellen. Für die vorliegende Studie interessieren in erster Linie spätere Zustände mit vollautomatisierten Fahrzeugen, wenn die LenkerInnen die Kontrolle über das Auto vollständig abgeben kann.

#### **3.1 DREI SZENARIEN: GENERELLE ANNAHMEN UND SPEZIFISCHE CHARAKTERISTIK**

In allen drei Szenarien wird davon ausgegangen, dass allgemeine Megatrends (wie Bevölkerungszunahme, zunehmende Alterung oder Individualisierung) die Entwicklung beeinflussen werden. Je nach Szenario gewinnt allerdings der eine oder andere Trend mehr an Bedeutung oder schreitet schneller voran. Sie unterscheiden sich vor allem in zwei Variablen: Einerseits werden die verschiedenen Räume in der Schweiz differenziert, andererseits wird zwischen einer stark individualisierten und einer kollektiven Nutzung der automatisierten Fahrzeuge unterschieden. Der kollektive Verkehr beschreibt alle Verkehrsformen, bei der eine Person ein nicht privates Fahrzeug nutzt, welches auch von anderen Personen während seiner/ihrer Fahrt – zumindest zeitweise – mitgenutzt werden kann, d. h., das Fahrzeug wird simultan geteilt resp. gepoolt (Car-Pooling oder Ride-Sharing).

Im ersten Szenario der stark individualisierten Nutzung herrscht in allen Räumen eine stark individuelle Nutzung vor, die Entwicklung verläuft marktgetrieben und weitgehend ohne Einflussnahme durch die Politik. Automobilhersteller und Datenlieferanten/-verarbeiter sind die wesentlichen Treiber. Nur dort, wo es zu Sicherheitsproblemen oder Engpässen kommt, greift der Staat mit minimalen Regeln ein.

Im zweiten Szenario mit neuen kollektiven Mobilitätsangeboten in Städten und Agglomerationen nimmt die öffentliche Hand bei der Einführung automatisierter Fahrzeuge eine aktivere Rolle ein. Mittels geeigneter Regulierungen verschafft sie dem kollektiven Verkehr in dichten Räumen Marktvorteile, erlässt Vorschriften über den Datenaustausch und greift steuernd in den Verkehrsfluss ein. Dieser Eingriff soll die Auslastung der Verkehrsnetze in Städten und Agglomerationen siedlungsverträglich lenken und weiterhin eine attraktive Mobilität für alle ermöglichen. Außerhalb dieser Räume, wo die Netzauslastung geringer ist, sieht die Politik keine Notwendigkeit für einen Eingriff und überlässt die Entwicklung den marktwirtschaftlichen Treibern.

Das dritte Szenario, das schweizweit eine stark kollektiv geprägte Nutzung ins Zentrum stellt, bedingt eine sehr aktive und flächendeckende Einflussnahme durch den Staat. Kollektive Verkehrsangebote auch bei geringer Nachfrage sicherzustellen, benötigt entsprechende Abgeltungen und eine konsequente Gesetzgebung. Auch die dazu notwendige schweizweite lückenlose Abdeckung mit zuverlässiger Kommunikationsinfrastruktur ist aufwändig. In diesem Szenario werden Energie- und Umweltziele von der Politik sehr hoch gewichtet.

### 3.1.1 Szenario 1: Stark individualisierte Nutzung

Die stark marktwirtschaftlich getriebene und individualisierte Nutzung automatisierter Privatfahrzeuge führt in Szenario 1 im Personenverkehr zu einer verkehrlichen Verlagerung vom ÖV hin zum motorisierten Individualverkehr (MIV). Zudem dürften Leerfahrten ohne Restriktionen entstehen, beispielsweise aufgrund des Abholens/Bringens von Personen. Auch im Güterverkehr ist eine Verlagerung hin zu kleineren Sendungsgrößen zu erwarten. Die Bündelung der Verkehrsnachfrage nimmt damit sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr ab und die Fahrzeugbewegungen steigen in allen Räumen. Abbildung 1 visualisiert die Bewältigung der Verkehrsnachfrage mit den entsprechenden Verkehrsmitteln im Personenverkehr.

Insbesondere in Zentren dürfte die Nachfrage die vorhandenen Verkehrskapazitäten übersteigen, infolgedessen Verkehrszusammenbrüche zu erwarten sind. Dadurch nimmt die Erreichbarkeit der Zentren ab, was zu einem erhöhten Druck auf Agglomerationen und auf periphere Gebiete führt. Die Gesamtverkehrsleistung in der Schweiz steigt durch verlängerte Wege infolge der räumlichen (Um-)Verteilung. Es dürfte zu einer größeren Zersiedelung kommen, wenn die Raumplanung nicht steuernd eingreift. Hierzu gibt die andere Studie im zweiten Teil des Beitrags weitere Hinweise.

Durch die geringe Bündelung der Verkehrsnachfrage steigt auch der Bedarf an Infrastrukturen sowie Fahrzeugen und folglich Energie, infolgedessen mit erhöhten Emissionen zu rechnen ist. Da der Staat die Vernetzung der Fahrzeuge untereinander vorwiegend den Herstellern und Datenlieferanten überlässt, muss er keine aufwändigen öffentlichen Dateninfrastrukturen realisieren. Die Übersicht aller Auswirkungen ist der später folgenden Abbildung 4 zu entnehmen.

### 3.1.2 Szenario 2: Neue Angebote in Städten und Agglomerationen

Durch die neuen Mobilitätsangebote erhält der kollektive Verkehr eine große Bedeutung in dichten Räumen. Für diese Räume sind im Personenverkehr Abnahmen beim MIV zu erwarten. In peripheren Gebieten hat der Kollektivverkehr hingegen eine geringe Bedeutung. Zudem kommen dort Leerfahrten dazu, v. a. durch das Abholen/Bringen von Personen oder Gütern. Während also die Bündelung in den Städten und Agglomerationen eher zunimmt, nimmt sie in weniger dichten Räumen hingegen ab. Schweizweit betrachtet könnten sich die zunehmenden

und abnehmenden Fahrzeugbewegungen in etwa ausgleichen. Abbildung 2 visualisiert die Bewältigung der Verkehrsnachfrage mit den entsprechenden Verkehrsmitteln im Personenverkehr. Analoge Wirkungen sind auch beim Güterverkehr zu erwarten.

Durch die hoheitliche Verkehrsbeeinflussung in Städten und Agglomerationen werden dort Nachfrage und Angebot aufeinander ausgerichtet. Die Erreichbarkeiten bleiben gegenüber heute ungefähr konstant oder verbessern sich gar leicht. Da die Reisezeit in automatisierten Fahrzeugen mit anderen Aktivitäten genutzt werden kann, gewinnen periphere Räume als Wohnstandorte an Attraktivität. Die Gesamtverkehrsleistung in der Schweiz steigt durch verlängerte Wege – im Szenario 2 gibt es solche allerdings nur außerhalb der Agglomerationen, weswegen die gesamte Zunahme etwas geringer ausfallen wird als im Szenario 1.

Der Bedarf an Fahrzeugen und Energie verändert sich vorerst nicht maßgebend. Erst wenn es bei einer hohen Durchdringung gelingt, in den Städten und Agglomerationen viele Verkehrsteilnehmende vom MIV auf den ÖIV zu bringen, könnte der Bedarf an Fahrzeugen sinken. Mit weniger Fahrzeugen könnten dann die gleichen Personenbewegungen sichergestellt werden, woraufhin sich der Energiebedarf für die Herstellung der Fahrzeuge sowie deren Betriebsenergie und die zu erwartenden Emissionen mindert. Mit dem Verkehrsmanagement in Städten und Agglomerationen wird die bestehende Infrastruktur möglichst effizient genutzt, sodass bedeutende Ausbauten nicht notwendig sind. Hierfür muss die öffentliche Hand die Vernetzung sicherstellen. Allenfalls dürften sich infolge einer bedeutenden Nutzung von Sammeltaxis die benötigten Parkflächen in dichten Räumen etwas reduzieren. In den peripheren Gebieten sind lokal Ausbauten der Verkehrsinfrastruktur zur Bewältigung der erhöhten Verkehrsnachfrage denkbar. Die Übersicht aller Auswirkungen ist der Abbildung 4 zu entnehmen.

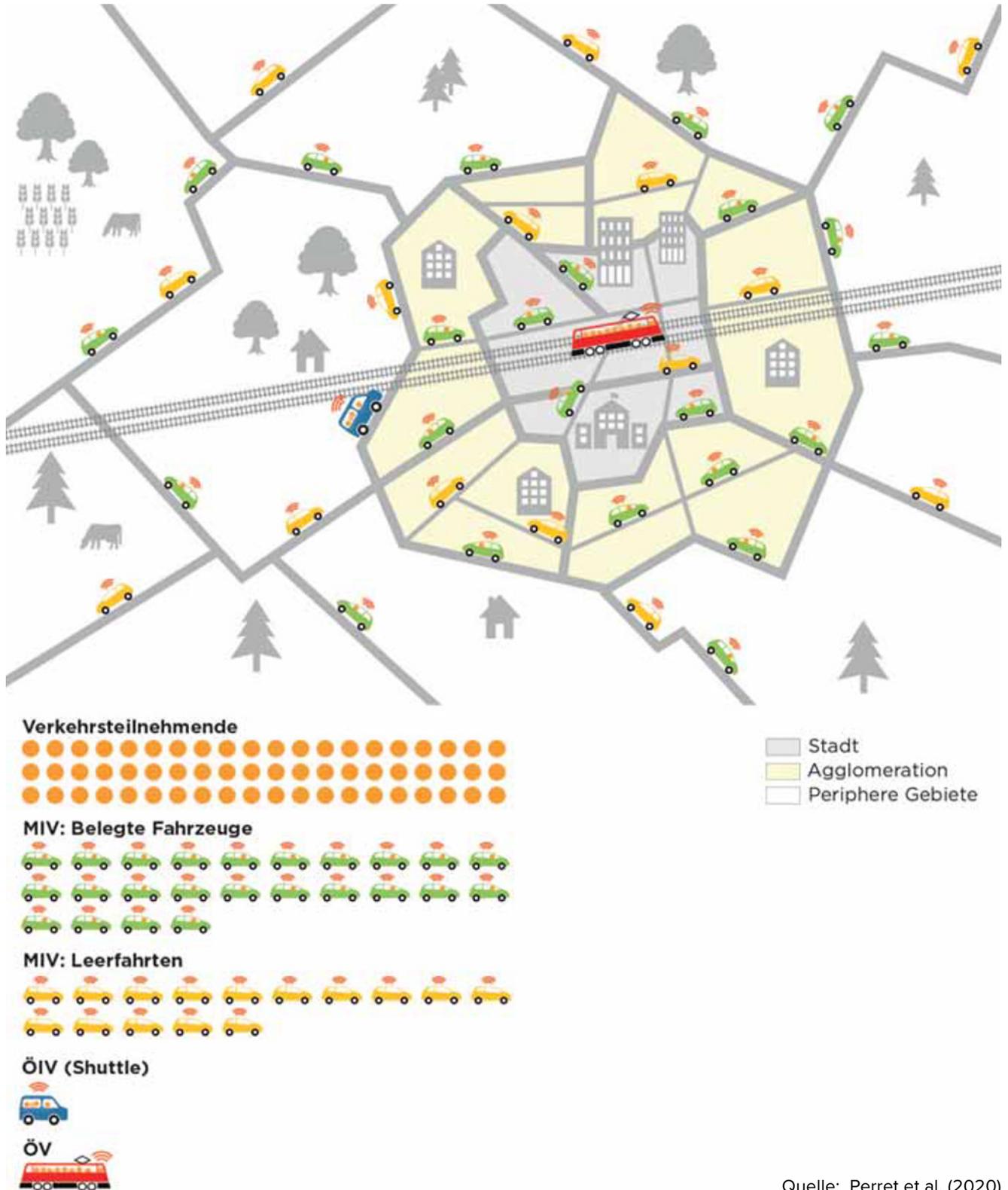
### 3.1.3 Szenario 3: Schweizweit stark kollektiv geprägter Verkehr

Die große Bedeutung des kollektiven Verkehrs geht mit deutlichen Abnahmen der individuellen Mobilität in allen Räumen einher. Leerfahrten, die zwischen Fahrten mit NutzerInnen unterwegs sind, treten nur in begrenztem Rahmen und bei Sammeltaxis auf. Die Bündelung ist allgemein hoch, sodass eine deutlich geringere Anzahl an Fahrzeugbewegungen ausreicht, um die Verkehrsnachfrage zu befriedigen. Abbildung 3 visualisiert die Bewältigung der Verkehrsnachfrage mit den entsprechenden Verkehrsmitteln im Personenverkehr. Analoge Wirkungen sind auch beim Güterverkehr zu erwarten.

Die Nachfrage wird durch die hoheitliche Verkehrssteuerung aktiv beeinflusst und auf das Angebot abgestimmt. Da in peripheren Räumen weniger Sammeltaxis verkehren, können Wartezeiten auftreten, was die Erreichbarkeit verschlechtert. Zudem könnten die Preise für die Mobilität steigen, weil die Aufrechterhaltung eines öffentlichen Angebots kostenintensiv ist. Die Verkehrsleistung würde bei hoher Durchdringung schweizweit sinken.

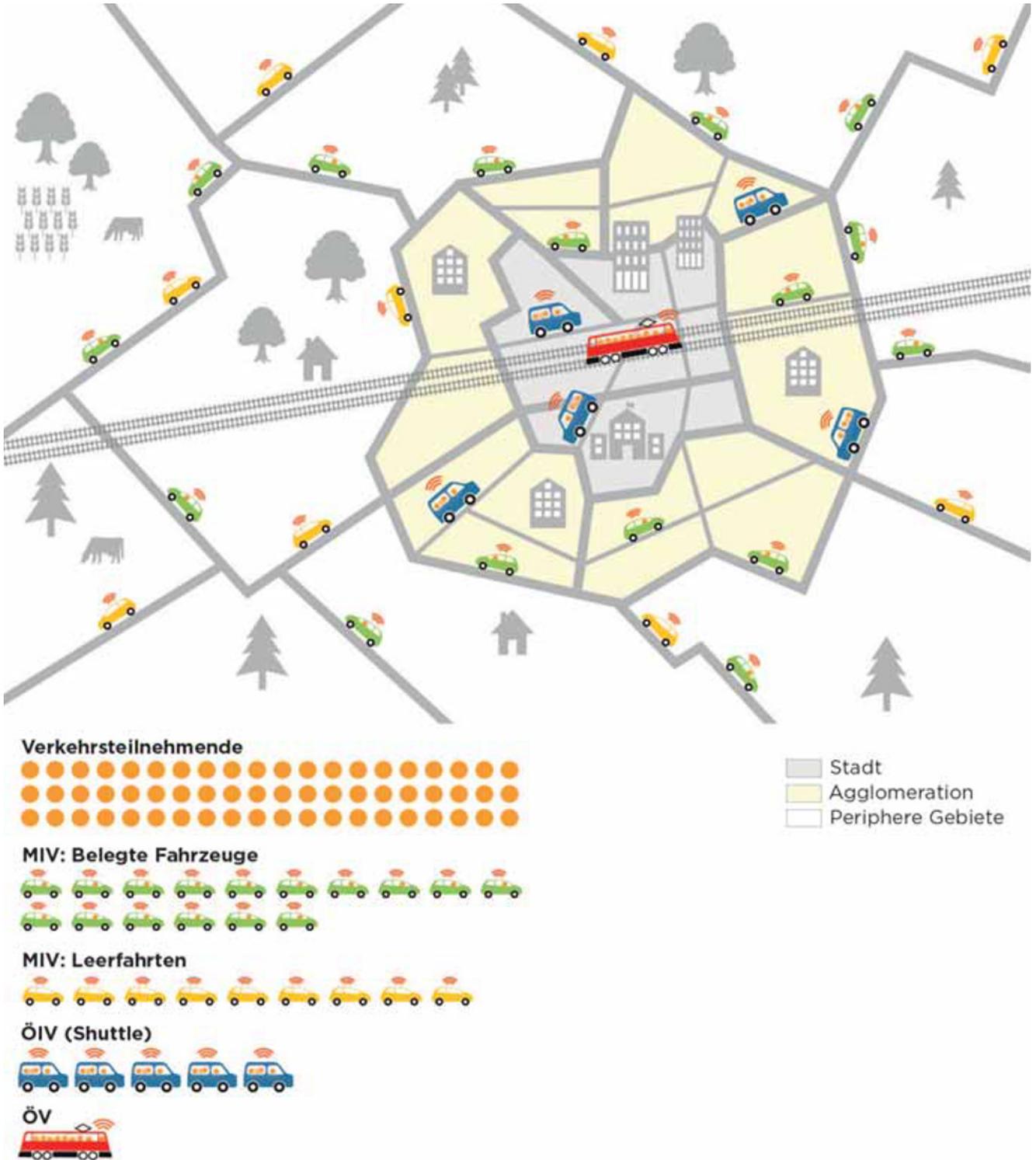
Der Bedarf an Fahrzeugen wird deutlich geringer. Durch eine verringerte Gesamtverkehrsleistung nehmen zudem der Energiebedarf sowohl für Herstellung als auch Betrieb und die zu erwartenden Emissionen ab. Mit dem Verkehrsmanagement in allen Räumen wird die bestehende Infrastruktur möglichst effizient genutzt, Ausbauten sind keine nötig. Dafür muss die öffentliche Hand die Vernetzung intensiv sichern. Infolge einer bedeutenden Nutzung des kollektiven Verkehrs mindert sich der Bedarf an Parkflächen in allen Räumen deutlich. Die Übersicht aller Auswirkungen ist der Abbildung 4 zu entnehmen.

**Abbildung 1:** Visualisierung der verkehrlichen Auswirkungen im **Szenario 1**. Die Anzahl der dargestellten Fahrzeuge visualisiert die Höhe des Verkehrsaufkommens im jeweiligen Szenario für eine gleichbleibende Anzahl Verkehrsteilnehmender.



Quelle: Perret et al. (2020)

**Abbildung 2:** Visualisierung der verkehrlichen Auswirkungen im **Szenario 2**. Die Anzahl der dargestellten Fahrzeuge visualisiert die Höhe des Aufkommens im jeweiligen Szenario für eine gleichbleibende Anzahl Verkehrsteilnehmer.



Quelle: Perret et al. (2020)



## 3.2 DIE SZENARIEN IM VERGLEICH

Die folgende Abbildung 4 stellt die geschilderten qualitativen Auswirkungen der drei Nutzungsszenarien einander gegenüber.

**Abbildung 4:** Übersicht der qualitativen Auswirkungen in allen Szenarien

	<b>Szenario 1</b> Stark individualisierte Nutzung	<b>Szenario 2</b> Neue Angebote in Städten und Agglomerationen	<b>Szenario 3</b> Schweizweit stark kollektiv geprägter Verkehr
<b>Verkehrsleistung Personen</b>	● Starke Erhöhung	● Leichte Erhöhung	● Leichte Reduktion
<b>Anteil kollektive Mobilität</b>	● Starke Reduktion	● Gleichbleibend	● Leichte Erhöhung
<b>Fahrleistung MIV</b>	● Starke Erhöhung	● Gleichbleibend	● Starke Reduktion
<b>Transportleistung Güter</b>	● Leichte Erhöhung	● Leichte Erhöhung	● Leichte Reduktion
<b>Anteil Schiene</b>	● Starke Reduktion	● Gleichbleibend	● Leichte Erhöhung
<b>Fahrleistung Güter auf Straße</b>	● Starke Erhöhung	● Gleichbleibend	● Starke Reduktion
<b>Räumliche Konzentration</b>	● Starke Reduktion	● Gleichbleibend	● Starke Erhöhung
<b>Energie-/Ressourcenverbrauch</b>	● Starke Erhöhung	● Gleichbleibend	● Starke Reduktion
<b>Flächenbedarf</b>	● Starke Erhöhung	● Gleichbleibend	● Starke Reduktion
<b>Datenbedarf</b>	● Leichte Erhöhung	● Starke Erhöhung	● Starke Erhöhung
<b>Verkehrssicherheit</b>	● Leichte Erhöhung	● Leichte Erhöhung	● Leichte Erhöhung

Quelle: Perret et al. (2020)

Während Szenario 1 voraussichtlich zu mehr Verkehrs- und Fahrleistung im Güter- und Personenverkehr führt, könnte in Szenario 3 die Fahrleistung deutlich sinken, ohne dass die Bevölkerung auf Mobilität resp. die Logistik für Gütertransporte verzichten muss. In Szenario 2 heben sich tendenzielle Zunahmen im ländlichen Raum und Abnahmen in Agglomerationen schweizweit in etwa auf. Am deutlichsten zeigt sich dieser Unterschied beim Ressourcenbedarf: In Szenario 1 könnte dieser in Bezug auf Energie und Flächen deutlich steigen, während in Szenario 3 bei zunehmender Bündelung von Fahrten eine deutliche Reduktion möglich wäre. Der Datenbedarf hingegen nimmt bei allen Szenarien zu.

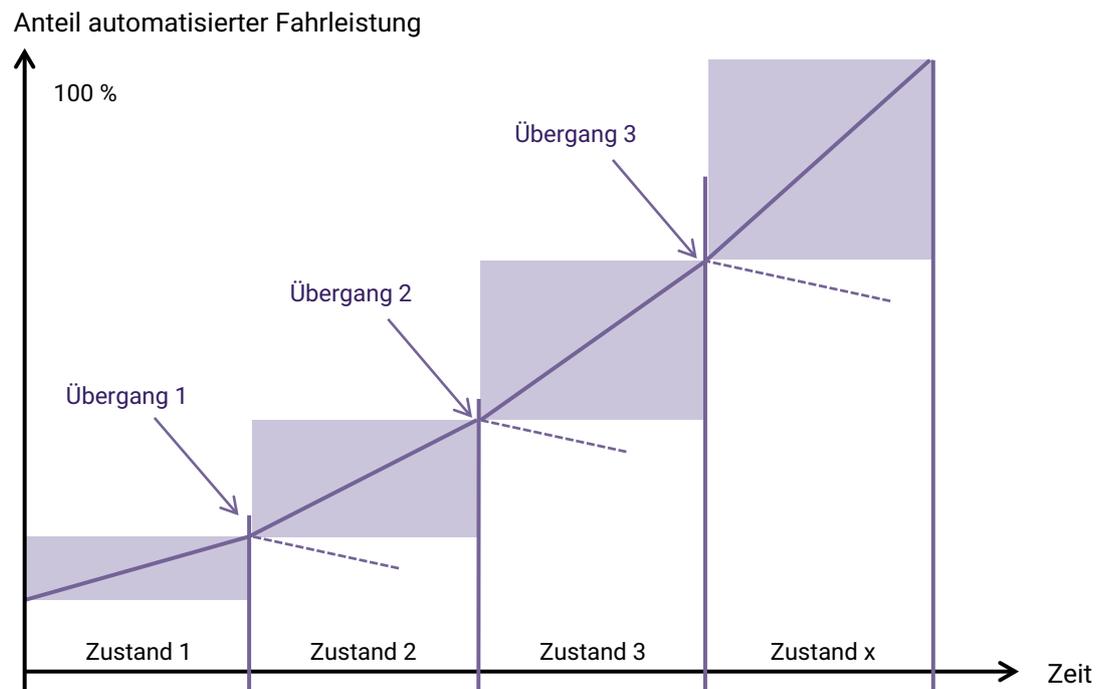
## 4. AUSWIRKUNGEN AUF DIE RAUMENTWICKLUNG – IM GROSSEN WIE IM KLEINEN

### 4.1 EIN ENTWICKLUNGSPFAD DES AUTOMATISIERTEN FAHRENS

Während die TA-SWISS-Studie drei Szenarien formuliert hat, wurde im Forschungsprojekt „Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz“ ein alternativer Zugang gewählt. Hier wurde eine Storyline des Einsatzes von automatisierten Fahrzeugen in der Schweiz entwickelt. Dabei handelt es sich um einen Entwicklungspfad, der aus fachlicher Sicht in der Schweiz als plausibel eingeschätzt wird. Die Storyline erhebt jedoch keineswegs den Anspruch, die einzig mögliche Entwicklung darzustellen.

Die Storyline ist als eine Abfolge von Zuständen definiert, die sich durch Übergänge mit ändernden Voraussetzungen abgrenzen (Abb. 5). Der jeweils folgende Zustand beginnt, wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind, die unter anderem rechtliche Aspekte (Zulassungen, Versicherungen, Straßenrecht), technologische Meilensteine, Veränderungen in der Infrastruktur und die gesellschaftliche Akzeptanz betreffen. Für die Studie wurden sechs Zustände definiert.

**Abbildung 5:** Illustration der Storyline



Quelle: EBP/BaslerFonds/Städteverband und weitere Partner (2017)

Mit der Storyline wird die Komplexität reduziert, damit die relevanten Aspekte für das Handeln der Akteure herausgeschält werden können. Sie liefert damit eine geeignete Grundlage für weiterführende und vertiefende Studien. Zudem ergeben sich aus der Storyline in sich schlüssige Zustände, die eine Auseinandersetzung mit den Auswirkungen des automatisierten Fahrens auf verschiedenen staatlichen und räumlichen Ebenen ermöglichen.

Im Rahmen der Gesamtstudie hat das Teilprojekt „Städte und Agglomerationen“ die Auswirkungen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge auf die Siedlungsräume in der Schweiz analysiert. Automatisiertes Fahren löst Effekte auf zwei räumlichen Maßstabsebenen aus. Im Zentrum der Studie stehen kleinräumige Auswirkungen in dichteren Städten und Agglomerationen. Ergänzend wurden mögliche großräumige Auswirkungen auf die Siedlungsstruktur beleuchtet.

## 4.2 GROSSRÄUMIGE AUSWIRKUNGEN AUF DIE SIEDLUNGSSTRUKTUR

Die Raumstruktur dürfte insbesondere durch die Erreichbarkeitsveränderungen im MIV maßgeblich verändert werden. Dabei werden die ländlichen Räume am meisten profitieren: Kapazitätssteigerungen ermöglichen substantielle Erreichbarkeitsgewinne, die Nutzung der Reisezeit wird die Attraktivität zum Pendeln in zentrale Räume weiter erhöhen. Gerade in ländlichen Räumen mit reduzierten ÖV-Angeboten werden bisher weniger mobile Bevölkerungsgruppen wie Kinder oder ältere Menschen ihre Mobilität verbessern können.

In Städten und Agglomerationen muss hingegen mit geringeren oder gar negativen Erreichbarkeitsgewinnen gerechnet werden, weil aufgrund des erwarteten Mehrverkehrs sowie der beschränkten Kapazitäten die Überlastung zunehmen könnten. Hinzu kommt die Gefahr, dass Mehrverkehr und die dicht fahrenden Fahrzeuge die Wohn- und Aufenthaltsqualität in städtischen Räumen reduzieren.

Aufgrund der relativen Attraktivitätsverschiebung muss einerseits im ländlichen Raum mit einer anhaltenden bzw. noch verstärkten Tendenz zur Zersiedlung gerechnet werden. Andererseits ist aber auch zu erwarten, dass Effizienzgewinne im ÖV und neue Angebotsformen im ÖIV die Attraktivität städtischer Räume erhöhen und bestehende Urbanisierungstendenzen je nach Szenario weiter verstärken können. Für die raumstrukturellen Wirkungen wird das Zusammenspiel bzw. die Konkurrenz zwischen MIV, ÖV und ÖIV bedeutsam sein. Die automatisierte Mobilität allein wird das Verhältnis der Räume kaum grundlegend verändern. Andere Entwicklungen, wie demographische Veränderungen, Digitalisierung und veränderte Wertschöpfungsketten oder klimabedingte Einflüsse werden die raumstrukturelle Entwicklung mindestens so stark prägen.

## 4.3 AUSWIRKUNGEN IN STÄDTEN UND AGGLOMERATIONEN

Die Wirkungen des automatisierten Fahrens für Städte und Agglomerationen werden für folgende Verkehrsarten differenziert beschrieben: fließender Verkehr, ruhender Verkehr, ÖV, ÖIV, Fuß- und Radverkehr sowie Güterverkehr. Die möglichen Effekte des automatisierten Fahrens im Siedlungsraum fallen je nach Funktion einer Straße unterschiedlich aus. Sie sind abhängig vom jeweiligen Kontext mit den angrenzenden Nutzungen und einer „gelebten Mobilität“. Deshalb wurden in der Studie für eine räumlich differenzierte Betrachtung folgende „Mobilitätsräume“ unterschieden:

- Hauptverkehrsstraßen im Siedlungsraum („Hauptverkehrsstraße“)
- Straßen in Orts- und städtischen Quartierzentren („Zentrumsstraße“)
- Erschließungsstraßen in Wohnquartieren („Quartierstraße“)
- Erschließungsstraßen im Gewerbegebiet („Gewerbegebiet“)
- multimodale Verkehrshubs im Siedlungsgebiet („Verkehrshub“)

### **Fließender Verkehr**

Durch neue Angebote, mögliche Leerfahrten und neue Nutzergruppen (ältere Menschen, Kinder) wird die motorisierte Fahrleistung gegenüber heute zunehmen. Können einerseits die Zeitlücken zwischen den Fahrzeugen infolge der Automatisierung reduziert werden, stellen sich andererseits Kapazitätsgewinne bei der bestehenden Infrastruktur ein. Die Zunahme verhält sich überproportional zur Durchdringung der Gesamtflotte mit automatisierten Fahrzeugen. Einzelne Straßen, wie beispielsweise die Hauptverkehrsstraßen, können durch die Automatisierung ihre Kapazitäten erhöhen, andere wie die Zentrumsstraßen eher nicht. Es kommt zu einer Um- und Ungleichverteilung des Mehrverkehrs. Insgesamt ist davon auszugehen, dass der Mehrverkehr die Kapazitätssteigerung in allen Mobilitätsräumen überkompensiert und spürbar wird. Die Kapazitätseffekte können eventuell helfen, vereinzelt Infrastrukturausbauten nicht oder später notwendig werden zu lassen.

Ein Eigentrasse für automatisierte Fahrzeuge in Siedlungsräumen scheint aus heutiger Sicht in der Schweiz wenig realistisch, da meist kein Platz und eine hohe Knotendichte vorhanden sind. Solange sich eine bedeutende Anzahl menschlich gesteuerter Fahrzeuge auf den Straßen bewegen und sich die Fahrzeuggrößen der maßgebenden Nutzungen (bspw. ÖV, Lkw, Rettungsdienste, Winterdienst) nicht verändern, erscheint eine Reduktion der Fahrbahnbreiten wenig realistisch.

Auf Hauptverkehrsstraßen wirken sich die Effekte des automatisierten Fahrens überwiegend positiv aus. Insgesamt zeichnet sich hier der Straßenraum durch eine geringere Komplexität aus als beispielsweise in Zentren mit einem Nebeneinander von unterschiedlichsten Verkehrsteilnehmenden. Viele der angrenzenden Nutzungen können nicht direkt über die Hauptverkehrsstraße erreicht werden. Dabei ergeben sich Chancen für den Verkehrsfluss, der sich mit einem hohen Anteil an automatisierten und vernetzten Fahrzeugen verbessern dürfte, da die Fahrzeuge dichter und mit konstanteren Geschwindigkeiten verkehren. Durch die Verkehrszunahme und den Umstand, dass automatisierte Fahrzeuge mit kürzeren Abständen fahren können, wird jedoch auch die Trennwirkung verstärkt.

Im Weiteren können mit adaptiven Spurzuteilungen die Verkehrskapazitäten, welche aufgrund des zeitlich variierenden Pendlerverkehrs oftmals monodirektional sind, erhöht werden. Auch bei Knoten werden komplexere und adaptiv geschaltete Grünphasen möglich. Ebenso lässt sich der MIV situativ steuern und somit effizienter über die Knoten führen. Im Stadt- und Agglomerationsgebiet bieten sich Hauptverkehrsstraßen deshalb an, Mehrverkehr aufzunehmen, da durch die Automatisierung auf diesen Straßen die größten Kapazitätsgewinne erzielt werden können. Eine solche Kapazitätserhöhung kann aber einerseits andere Verkehrsteilnehmende einschränken oder dazu führen, dass ihnen die Straßennutzung komplett untersagt wird. Kapazitätsgewinne können andererseits aber auch für den ÖV genutzt werden. Um adaptive Spurführungen und Knotensteuerungen zu ermöglichen, braucht es einen hohen Organisationsaufwand und eine digitale Kommunikationsinfrastruktur. Ein Ausfall der Systeme benötigt eine Rückfallebene zur Sicherstellung der Funktionalität des Straßennetzes, das wiederum noch über lange Zeit mit der notwendigen analogen Ausrüstung sowie der betrieblichen Flexibilität betrieben und unterhalten werden müsste.

Straßen in Zentrumsgebieten haben neben verkehrlichen Funktionen auch eine wichtige Funktion für die Siedlung. Hierbei ist die Wirkung des Mehrverkehrs besonders von Bedeutung, der durch die Parkvorgänge und Güterumschläge und die zu erwartenden Leerfahrten stark beeinflusst wird. Potentielle Kapazitätsgewinne durch die Automatisierung dürften durch die Zunahme der Fahrten und Umschlagvorgänge kompensiert werden. Der Mehrverkehr und die daraus resultierende verstärkte Trennwirkung behindern den ÖV, schränken flächige Querungsmöglichkeiten beispielsweise für Zufußgehende stark ein, beeinträchtigen den Radverkehr und reduzieren die Aufenthaltsqualität.

### **Ruhender Verkehr**

Parkplätze verlieren an Bedeutung. Sharing- und Pooling-Angebote sowie die Möglichkeit zu Leerfahrten führen zu einem geringeren Bedarf an (dispersen) Parkplätzen. Zudem können automatisierte Fahrzeuge nach Gebrauch an einem ferneren Standort abgestellt werden, weshalb das Parken nicht mehr gleichermaßen standortgebunden ist. Dadurch wird aber auch Mehrverkehr generiert: Leerfahrten und Fahrten zu weiter weg liegenden Parkplätzen erhöhen die Fahrleistung auf dem umliegenden Straßennetz. Zudem werden designierte Halteflächen außerhalb der Fahrbahn für das Ein- und Aussteigenlassen bei On-demand- und Pooling-Angeboten sowie bei automatisierten Privatfahrzeugen benötigt.

Zentrumsstraßen weisen eine hohe Nutzungswechselfrequenz mit häufigen Zu- und Wegfahrten auf, wobei Parkplätze dazu dienen, die umliegenden Nutzungen zu erreichen. Parkmöglichkeiten am Straßenrand können unter Umständen größtenteils wegfallen und/oder durch Umschlagsflächen ersetzt werden. Das Parken kann auf neuen und umgenutzten zentralisierten Parkflächen konzentriert werden, wobei die „gewonnenen“ Flächen für verschiedene anderweitige Nutzungen umgewidmet werden können. Je nach Situation erlaubt dies einen neuen Radfahrstreifen, breitere Gehsteige oder zusätzliche Grünelemente für die Straßenraumgestaltung. Im Gegenzug werden für ein vollautomatisiertes „Abladen und Abholenlassen“ von Personen und Gütern markierte Halteflächen notwendig, deren Benutzung es zu regeln gilt.

In Wohnquartieren ist die Zu- und Wegfahrfrequenz deutlich geringer als bei Zentrumsstraßen, der Parkplatz dient dem Abstellen der Fahrzeuge während nicht benötigten Zeiten. Dank reduziertem individuellem Fahrzeugbesitz und der Verlagerung von Parkplätzen auf zentrale Parkflächen kann der Straßenraum in Wohnquartieren für den Fuß- und Radfahrverkehr attraktiver gestaltet und mehr Platz für das Quartierleben gewonnen werden. Das Anhalten auf Quartierstraßen erfolgt im Straßenraum oder auf privaten Vorplätzen, was wiederum Platz beansprucht, jedoch ohne, dass dies gesteuert werden muss.

### **ÖV und ÖIV**

Es ist davon auszugehen, dass konventionelle und gebündelte Linienangebote mit zunehmend automatisierten Zügen, Trams und großen Bussen weiterhin das Grundgerüst des ÖV-Systems in Städten und Agglomerationen bilden werden. Die Automatisierung, die Vernetzung und neue (digitale) Mobilitätsdienste eröffnen dabei ein erhebliches Rationalisierungspotential, um mehr und attraktivere ÖV-Angebote v. a. bei geringerem Passagieraufkommen günstiger produzieren zu können. Neue ÖIV-Angebotsformen werden das ÖV-System daher insbesondere im peripheren Nahverkehrsbereich ergänzen. Dabei wird es sich vor allem um kleine bis mittlere Fahrzeuge handeln, die teilweise oder vollumfänglich nach Bedarf verkehren werden. Besonders von Bedeutung ist das Aufkommen neuer Dienste öffentlicher oder privater Mobilitätsanbieter, welche ein individuelles Abholen „vor der Haustür“ ermöglichen – ohne fixe Haltepunkte und kurzen Wartezeiten. Mit dem zunehmenden Einfluss des adaptiven ÖIV nimmt auch der Bedarf nach zusätzlichen Haltebereichen zu. Noch nicht abschätzbar ist, inwieweit bei solchen Haltebereichen eine Barrierefreiheit sichergestellt werden kann oder muss. Bezeichnete Halteflächen und bestehende ÖV-Haltestellen können zusätzlich mit diesen automatisierten Fahrzeugen angefahren werden. Die Möglichkeiten einer zusätzlichen Nutzung dürften jedoch wesentlich von den Frequenzen solcher Dienste abhängig sein.

Mit der Automatisierung ergeben sich zusätzliche Potentiale bei multimodalen Verkehrshubs. Hier können insbesondere zu Randzeiten bestehende ÖV-Fahrspuren und Haltestellen vielfältiger genutzt werden und so weitere Angebote und dichtere Anschlussmöglichkeiten schaffen. Im gesamten ÖV-Netz bietet die Automatisierung zudem die Möglichkeit, klassische, stark belastete multimodale Verkehrshubs zu entlasten, indem vermehrt tangentielle Verbindungen mittels On-Demand-Services geschaffen werden. Spezifische Fragen ergeben sich auch aus

einer Automatisierung des Trambetriebs, der vermehrt auf Eigenrassen erfolgen dürfte, was gegenüber dem Mischverkehr einen erhöhten Platzbedarf nach sich zieht. An multimodalen Verkehrshubs kann dies die Durchlässigkeit für den querenden Fuß- und Radverkehr (weiter) beeinträchtigen.

### **Fuß- und Radverkehr**

Heute wird das Nebeneinander von verschiedenen Verkehrsteilnehmenden vor allem in Zentren und Wohnquartieren erfolgreich gelebt und gefördert, was insbesondere dem Fuß- und Radverkehr entgegenkommt. Sicherheits- und Kapazitätsüberlegungen können bei zunehmender Automatisierung dazu führen, dass Querungsmöglichkeiten zugunsten von Fahrspuren für automatisierte Fahrzeuge eingeschränkt werden. Dadurch würden Mischverkehrslösungen beeinträchtigt und der Fuß- und Radverkehr den Bedürfnissen des automatisierten Fahrens untergeordnet werden. Die Frage der Interaktion von automatisierten Fahrzeugen mit dem Fuß- und Radverkehr sowie mit nichtautomatisierten Fahrzeugen ist noch weitgehend offen. Ein großer Teil der Kommunikation zwischen Verkehrsteilnehmenden erfolgt durch Zeichen und Blickaustausch, was bei vollautomatisierten Fahrzeugen nicht mehr in gleicher Art möglich ist. Es ist ebenfalls zu erwarten, dass Zufußgehende und Radfahrende sich künftig gegenüber automatisierten Fahrzeugen anders verhalten werden.

Die langen Übergangszeiten mit Mischverkehr von automatisierten und nichtautomatisierten Fahrzeugen lassen vermuten, dass bestehende Systeme der Markierung, Signalisation und Steuerung noch längerfristig verwendet werden. Die langen Zeiträume mit Mischverkehr können auch dazu führen, dass sich automatisierte Fahrzeuge auf Mischverkehrsflächen reaktiv, auf „Nummer sicher“ gehend, unterordnen werden, womit wiederum der erwartete Nutzen in Bezug auf Kapazitätssteigerung und Fahrfluss deutlich reduziert werden könnte. Notwendig wird ein Ausgleich zwischen dem Erreichen der optimalen Nutzung der Automatisierung und der Fuß- und Radverkehrsqualität bzw. -sicherheit.

Die Wirkungen auf den Fuß- und Radverkehr dürften in allen Mobilitätsräumen spürbar werden. Im städtischen Gesamtsystem wird dadurch die Schaffung bzw. Aufrechterhaltung eines durchgängigen Fuß- und insbesondere Radnetzes anspruchsvoller.

In Orts- und Quartierzentren wirkt sich eine Beeinträchtigung flächiger Querungsmöglichkeiten negativ auf die Qualität des Fuß- und Radverkehrs aus. Gerade hier ist die Durchlässigkeit und Bewegungsfreiheit aufgrund der vielen Nutzungsangebote auf kleinem Raum von großer Bedeutung. Eine große Chance für Zentrumsstraßen ergibt sich durch die Aufhebung seitlicher Parkflächen. Dieser Raum könnte für verschiedene anderweitige Nutzungen verwendet werden.

Der Fußverkehr spielt auch bei multimodalen Verkehrshubs eine zentrale Rolle: Hier sind flächige Fußgängerströme notwendig, um die straff getakteten ÖV-Angebote miteinander zu verbinden. Mit der noch stärkeren Auslastung durch ÖIV-Dienste wird die Situation noch komplexer und die Verkehrsströme nicht mehr klar ablesbar. Die Anlagen sind insbesondere für sensorisch beeinträchtigte Menschen schwierig zu begehen, wenn nicht mehr genügend sichere und rasche Querungsmöglichkeiten geboten werden. Die Folge ist eine Einschränkung der Funktionalität dieser für eine nahtlose Mobilität wichtigsten Anlagen bzw. stellen sich erhöhte Anforderungen an die künftige Gestaltung der Verkehrs- und Aufenthaltsflächen sowie der Ein- und Aussteigekanten.

In Wohnquartieren kann mit automatisierten Fahrzeugen die Fahrgeschwindigkeit reduziert und die Einhaltung sichergestellt werden, was die Sicherheit für die anderen Straßennutzenden erhöht. Kritisch beurteilt wird die Möglichkeit eines „fahrerlosen Abgeholtwerdens“ von Personen oder Waren, welche zu einer Verkehrszunahme und zu einer sicherheitskritischen

Verstellung des öffentlichen Raums führen kann. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob Bewilligungen für das „Abgeholtwerden“ erteilt werden müssen oder ob Leerfahrten in solchen Räumen grundsätzlich zu vermeiden sind.

Auf Hauptverkehrsstraßen ist noch unklar, wie in den langen Übergangszeiträumen mit automatisierten und nicht automatisierten Fahrzeugen sowie dem Fuß- und Radverkehr umgegangen werden soll. Es sind Wege zu finden, wie diese in die optimierten und adaptiven Verkehrsführungen, beispielsweise bei Knotensteuerungen, effizient integriert werden können. Dabei ist insbesondere die dafür benötigte (digitale) Kommunikation zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmenden eine große Herausforderung.

Insbesondere in Gewerbegebieten besteht bei der Ausrichtung der Straßen auf einen automatisierten (Güter-)Verkehr das Risiko, dass der Fuß- und Radverkehr beeinträchtigt wird: Sie sollen den Wirtschaftsverkehr möglichst nicht „stören“. In letzter Konsequenz kann dies dazu führen, dass die Verkehrsträger klar getrennt werden und die verkehrliche Durchlässigkeit eingeschränkt oder ganz aufgehoben wird. Gerade größere Gewerbeareale, die sich einfach abtrennen lassen, könnten zu „verbotenen Städten“ werden. Auch Gewerbegebiete müssen jedoch für Pendelnde sowie BesucherInnen sicher und mit guten Verbindungen für alle Verkehrsmittel erschlossen werden.

### **Güterverkehr**

Der Güterverkehr trägt zur Verkehrszunahme in Städten und Agglomerationen mit bei. Sowohl im Bereich von Business-to-Consumer als auch Business-to-Business ist von einer Zunahme der Anzahl an Sendungen sowie von einer Verkleinerung der durchschnittlichen Sendungsgrößen auszugehen. Die Einführung von automatisierten Güterverkehrsfahrzeugen dürfte den Trend zu Mehrverkehr zusätzlich verstärken. Dies ist unter anderem abhängig davon, ob Warenströme gebündelt werden und Fahrzeuge auf der Hin- und Rückfahrt ausgelastet sind. Sobald Güterverkehrsfahrzeuge ohne FahrerInnen möglich sind, hat dies auch zur Folge, dass für den Warenumsschlag klar definierte Umschlagflächen benötigt werden und bei Bedarf zusätzlich technische Umschlagmittel verfügbar sein müssen. Wenn keine FahrerInnen mehr im Fahrzeug sind, werden mehr Aufgaben auf die VersenderInnen oder EmpfängerInnen übertragen oder anderweitige (automatisierte) Systeme wie Paketroboter oder Paketstationen nötig.

Chancen für das automatisierte Fahren bestehen in Gewerbegebieten, die sich aus verschiedenen Gründen als „Testräume“ für automatisiertes Fahren eignen: Zum einen gestaltet sich der Straßenraum häufig weniger vielfältig, mit weniger Fuß- und Radverkehr, häufig liegen sie zudem nahe an Autobahnanschlüssen und benötigen damit nur kurze automatisierte Fahrten auf untergeordneten Straßen. Auch die geringen Geschwindigkeiten erleichtern das Navigieren und Steuern. Zum anderen besteht in Gewerbegebieten auch ein ökonomischer Druck hin zu automatisiertem Fahren, da die Betriebe unmittelbar von Effizienz- und Produktivitätsgewinnen durch neue Logistikkonzepte profitieren können.

Städtebauliche Bedenken oder gestalterische Ansprüche, was die Ausstattung mit spezifischer Infrastruktur oder Straßenmarkierungen betrifft, dürften geringer sein als etwa bei Zentrumsstraßen. Gewerbegebiete eignen sich in der Feinerschließung auch für automatisierte Shuttles. Gerade bei umfassenden Transformationen oder Neuentwicklungen von Gewerbearealen können die Straßenräume unmittelbar auf die Bedürfnisse des automatisierten Fahrens bzw. einer entsprechenden Logistik ausgerichtet werden. Die wirtschaftlichen Argumente eines effizienten Güterverkehrs könnten dazu führen, dass die Bedürfnisse der Unternehmen an Erschließung und Gestaltung gegenüber anderen Ansprüchen an den Straßenraum, etwa durch Fuß- und Radverkehr, stärker gewichtet werden. Im Bereich Güterlogistik bleibt ungeklärt, wo und wer für die neuen automatisierten Umschlagsplätze zuständig und verantwortlich sein wird.

Die kommerziellen Nutzungen in den Innenstädten bedingen zu unterschiedlichen Tageszeiten Anlieferungen für Verkaufsgeschäfte, Express-, Kurier- und Postdienstleistungen sowie eine Versorgung von Hotels und Restaurants. Entsprechend hoch sind das Aufkommen des Güter- und Logistikverkehrs sowie der Bedarf an Güterumschlags- und Haltepunkten.

Die Wirkungen in den Wohnquartieren werden wesentlich davon abhängen, welche Geschäftsmodelle sich auf der letzten Meile etablieren werden, etwa mittels Paketstationen, automatisch zugestellten „Paketfachboxen“ mit Selbstbedienungsfunktion oder gar Lieferrobotern.

## 4.4 RÄUMLICHE WIRKUNGEN MIT BLICK AUF DIE DREI SZENARIEN

Abbildung 6 zeigt im Überblick, welche Mobilitätsräume in Städten und Agglomerationen von Veränderungen in den einzelnen Verkehrsarten besonders betroffen sein dürften, ob positiv oder negativ.

**Abbildung 6:** Die Mobilitätsräume und deren Ausmaß der Veränderungen in den Verkehrsarten

	Fließender Verkehr	Ruhender Verkehr	ÖV/ÖIV	Fuß- und Radverkehr	Güterverkehr
Hauptverkehrsstraße	●	●	●	●	●
Zentrumsstraße	●	●	●	●	●
Quartiersstraße	●	●	●	●	●
Gewerbegebiet	●	●	●	●	●
Multimodaler Verkehrshub	●	●	●	●	●

Quelle: EBP/BaslerFonds/Städteverband und weitere Partner (2018d)

Anhand der Abbildung 6 wird eine räumlich differenzierte Betroffenheit innerhalb der Städte und Agglomerationen erkennbar. Insgesamt am geringsten betroffen sind Hauptverkehrsstraßen und Gewerbegebiete. Diese Mobilitätsräume weisen aufgrund ihrer Funktionen und Nutzungen die tiefste Komplexität auf. In Zentrumsräumen mit ihrer für die Stadtentwicklung bedeutsamen Funktions- und Nutzungsdichte hingegen überlagern sich verschiedene Wirkungen. Dabei ist jedoch darauf hinzuweisen, dass sich die Funktionsfähigkeit eines städtischen Gesamtverkehrssystems aus dem Zusammenspiel aller Verkehrsträger sowie aller Teilräume ergibt.

Die technologischen Entwicklungen und die Beurteilung der möglichen Auswirkungen in den Städten und Agglomerationen sind heute noch mit beträchtlichen Unsicherheiten behaftet. Zudem ist es nicht möglich, die räumlichen Auswirkungen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge isoliert zu betrachten, denn die zukünftige Entwicklung der städtischen Verkehrssysteme wird neben dem automatisierten Fahren von zahlreichen weiteren verkehrlichen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Faktoren beeinflusst. Außerdem werden die Städte und Agglomerationen noch jahrzehntelang durch ein Nebeneinander von Fahrzeugen mit unterschiedlichen Automatisierungsgraden sowie langfristig auch mit nichtautomatisierten Fahrzeugen und weiteren Verkehrsteilnehmenden geprägt sein.

Der zusammenfassende Blick auf diese kleinräumigen Auswirkungen ermöglicht auch eine kurze Einschätzung und Beurteilung der drei Szenarien der TA-SWISS-Studie aus verkehrs- und raumpolitischer Perspektive.

In Szenario 1, mit einer stark individuellen Nutzung in allen Räumen, werden zwei große Herausforderungen erkennbar: eine stark steigende Verkehrsbelastung bzw. eine sinkende Aufenthalts- und Lebensqualität in städtischen Räumen sowie eine verstärkte Tendenz zur Zersiedlung in ländlich geprägten Räumen. Inwieweit sich Attraktivitätsverschiebungen zwischen den Räumen aufgrund des automatisierten Fahrens in der großräumigen Raumstruktur niederschlagen, wird maßgeblich vom regulatorischen Umgang mit dem automatisierten Fahren sowie der verkehrs- und raumplanerischen Steuerung abhängen. Hier bietet das automatisierte Fahren die Chancen, intermodale Mobilitätsketten zu optimieren, die Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsmittel und -träger zu verbessern und bisher mobilitätseingeschränkte Bevölkerungsgruppen zu integrieren. Insgesamt steht das Szenario jedoch im Widerspruch zur schweizerischen Klima-, Verkehrs- und Raumentwicklungspolitik.

In Szenario 3, mit einer schweizweit stark kollektiv geprägten Nutzung, stellen sich Fragen nach der Rentabilität bzw. der Finanzierbarkeit flächendeckender kollektiver Angebote. Hier sind neben verkehrspolitischen auch staats- und regionalpolitische Überlegungen relevant. Welche Grundversorgung, in der Schweiz auch „Service Public“ genannt, will sich die Schweiz als föderalistisches Land in welcher Qualität leisten? Und von wem soll sie finanziert werden? Aus einer heutigen Betrachtung, und mit Blick auf die Diskussionen der letzten Jahrzehnte, erscheint die Entwicklung und Finanzierung eines solchen regulatorischen Rahmens nicht realistisch. Gezielt eingesetzte kollektive Angebote können aber auch in peripheren Räumen die Versorgungsqualität verbessern oder zumindest dazu beitragen, sie zu erhalten.

Insbesondere aus Sicht der Städte und Agglomerationen dürfte Szenario 2 ganz klar bevorzugt sein bzw. als zwingend erscheinen. Wie anlässlich der Diskussionen im Rahmen des Projektes ersichtlich wurde, überwiegen bei den VertreterInnen der Städte und Agglomerationen skeptische Einschätzungen zu den möglichen Wirkungen. Aus Sicht der Städte ist die langfristige Wirkung wesentlich davon abhängig, ob es gelingt, die Vorteile des automatisierten Fahrens überwiegend zur Stärkung des kollektiven Verkehrs zu nutzen. Von einer (relativen) Attraktivitätssteigerung des MIV werden hingegen überwiegend negative Folgen erwartet. Neben einer Konkurrenzierung des ÖV befürchten die Städte und Agglomerationen auch eine Beeinträchtigung des Fuß- und Radverkehrs und der Gestaltung der öffentlichen Räume. Hier besteht gleichzeitig auch die große Chance, allfällige Effizienzsteigerungen beim motorisierten Verkehr zugunsten des Fuß- und Radverkehrs zu nutzen.

## **5. DER BEDARF UND DIE ANSÄTZE EINES REGULIERUNGSRAHMENS FÜR DIE SCHWEIZ**

### **5.1 POLITISCHER HANDLUNGSBEDARF**

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus den Szenarien wurden im Rahmen der TA-SWISS-Studie in einem Expertenworkshop Regulierungsoptionen erarbeitet, mit welchen sich absehbare Entwicklungen für das automatisierte Fahren in der Schweiz politisch steuern ließen. Die ExpertInnen waren sich darin einig, dass das automatisierte Fahren kommt und dass es

Regulierung schon heute braucht und nicht erst in zwanzig oder dreißig Jahren. Ein „Laissez-faire“ würde zu starken Verkehrsverlagerungen vom kollektiven zum individuellen Verkehr führen. Eine solche Entwicklung könnte – aller Effizienzgewinne durch das automatisierte Fahren zum Trotz – mehr Stau und/oder Forderungen nach einem Ausbau der Infrastruktur hervorrufen.

Welche Wirkungen mit einer solchen Regulierung erreicht werden sollen und welches Szenario anzustreben ist, war und bleibt unter den ExpertInnen aber umstritten. Diese Frage hat eine normative Komponente, welche letztlich auf eine gesellschaftliche Zielvorgabe abstellen muss; solche Zielvorgaben fehlen aber zurzeit in der Schweiz oder widersprechen sich. Zudem ist nicht zu erwarten, dass sie in der nächsten Zeit in der notwendigen Klarheit zur Verfügung stehen werden. Die damit verbundenen Fragen sind komplex und gleichzeitig in vielem noch zu vage, um einen gesellschaftlichen und politischen Konsens herbeiführen zu können.

Die im Expertenworkshop entwickelten Regulierungsoptionen wurden in einem nächsten Arbeitsschritt mit StakeholderInnen aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Verbänden diskutiert. Auch in diesem Kreis wurde der Stellenwert des automatisierten Fahrens für das Mobilitätssystem allgemein als hoch eingeschätzt. Diese Einschätzung beruht vor allem auf erwarteten Effizienzgewinnen. Es wurde aber ebenfalls deutlich, dass automatisiertes Fahren auch einen Beitrag zur Nachhaltigkeit des Verkehrs allgemein leisten kann und leisten soll.

Dass es schon heute wichtig und dringlich ist, einen gesellschaftlichen und politischen Diskurs über Regulierungsoptionen zu führen, wurde allgemein befürwortet. Die Diskussion mit den StakeholderInnen zeigte im Gegensatz zu den ExpertInnen aber, dass in wichtigen Aspekten wohl durchaus schon ein impliziter Konsens besteht. So zum Beispiel darin, dass das Grundprinzip des schweizerischen Mobilitätssystems mit der bedeutenden Rolle des ÖV erhaltenswert sei und die Schweiz in diesem Bereich auch eine Vorreiterrolle bei der weiteren Entwicklung der automatisierten Mobilität einnehmen könne und solle. Auch Zu- fußgehende und Radfahrende sollen weiterhin Platz im Verkehrsraum finden, insbesondere in dicht besiedelten Gebieten. Zudem soll das Gesamtverkehrssystem umwelt- und klimaverträglich sein.

## **5.2 ROLLE DES STAATES UND HANDLUNGSOPTIONEN**

Zwei Maßnahmen sind zwingend, um das automatisierte Fahren ab Stufe 3 in der Schweiz überhaupt erst zulassen zu können und in diesem Sinne eine Voraussetzung für weitere Handlungen zu schaffen:

Es sind die mit dem Ausland abgestimmten Voraussetzungen für die Zulassung von bedingt automatisierten sowie hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen in der Schweiz zu schaffen, sodass auf dem Markt verfügbare Fahrzeuge ab Stufe 3 für den Personen- und Güterverkehr auch eingesetzt werden können. Dies betrifft v. a. die Zulassung der automatisierten Systeme sowie die Regelung der Haftungsfrage. Zusätzlich müssen in Abstimmung mit den Nachbarländern Sicherheitsstandards, beispielsweise bezüglich der Übergabezeiten, festgelegt werden. Weitere, schweizspezifische Auflagen für die Vernetzung und den Datenaustausch oder allfällige Vorgaben für energieeffiziente Antriebe müssen frühzeitig geprüft werden.

Es sind Aus- und Weiterbildungen zum Umgang mit (voll)automatisierten Fahrzeugen vorzusehen, etwa ein „Führerschein light“ resp. ein Fähigkeitsausweis zur Beaufsichtigung hochautomatisierter Fahrzeuge der Stufen 3 und 4.

Über diese beiden zwingenden Maßnahmen hinaus können zwei Grundrichtungen des staatlichen Handelns bei der Einführung von Automatisierung und Vernetzung im Verkehr in der Schweiz unterschieden werden:

1. **„Enabler“:** Der Staat kann eine gestaltende, aber eher zurückhaltende Rolle einnehmen, die sich darauf beschränkt, liberale Rahmenbedingungen zu setzen, sodass Marktinnovationen und Entwicklungen von privaten und öffentlichen Akteuren möglich werden.
2. **„Leader“:** Ausgehend von klaren politischen Zielsetzungen kann der „starke Staat“ aktiv Regulierungen, die entweder die Entwicklung von Automatisierung und Vernetzung im Verkehr einschränken resp. verzögern oder im Gegenteil auch aktiv fördern können, durchsetzen.

In Bezug auf diese zwei möglichen Rollen des Staates konnten keine mehrheitsfähigen Präferenzen der Studienbeteiligten ausgemacht werden. Je nach politischer Grundhaltung oder auch je nach Teilaspekt der Automatisierung und Vernetzung vertraten die ExpertInnen und StakeholderInnen unterschiedliche Standpunkte. Entsprechend werden aus heutiger Sicht beide übergeordneten Grundrichtungen als ein für die Schweiz gangbarer Weg betrachtet. Um adäquat auf diese Breite und die Unsicherheit in Bezug auf die technische, rechtliche und zeitliche Entwicklung von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen zu reagieren, werden die konkreten Handlungsoptionen in Bezug zu den zwei übergeordneten Grundrichtungen gesetzt.

Für die gestaltende, aber zurückhaltende **Enabler-Rolle** werden zusätzlich zu den zwingenden Maßnahmen folgende Handlungsoptionen empfohlen:

- Es sind gesellschaftliche und politische Diskussionen zur Nutzung der von Fahrzeugen produzierten Daten in Bezug auf ethische und Datenschutzaspekte zu führen. Chancen und Risiken der Nutzung von Daten sollten offen mit der Zivilgesellschaft diskutiert werden.
- Es ist frühzeitig und staatsebenenübergreifend eine Position in der Datenpolitik zu formulieren, welche die Interessen der öffentlichen Hand festhält. Dazu gehört die Festlegung der für ihre Aufgabe notwendigen Daten sowie der Datenherrschaft und Zugriffsrechte. Eine Abstimmung mit Smart City-Strategien und „Open Government Data“-Prinzipien ist zentral. In Ergänzung zu den international festgelegten Standards für den Datenaustausch kann die Schweiz darüberhinausgehende Qualitätsstandards und Vorgaben für die Metadaten zu den ausgetauschten Daten formulieren.
- Das Schweizerische Personenbeförderungsgesetz und die dazugehörige Verordnung sind anzupassen. Einerseits sind im bisher stark regulierten Personentransport neue Anbieter zuzulassen, andererseits sind für den kollektiven Verkehr ergänzend zum bisherigen ÖV-Verständnis flexiblere Angebote (z. B. das Erteilen von Konzessionen, die anstelle einer Fahrplanpflicht oder des Linienverkehrs flexiblere, aber in Bezug auf das Minimalangebot definierte Gebieterschließungen vorsehen – sofern die Flächeneffizienz des Verkehrssystems nicht darunter leidet) oder bedingte Erleichterungen bei der Barrierefreiheit zu ermöglichen.
- Die Bewilligungspraxis und die Vorgaben an konzessionierte Transportunternehmen sind zu lockern, damit diese einfacher forschen und entwickeln können. Die betrieblichen, strassenverkehrsrechtlichen und versicherungstechnischen Rahmenbedingungen sind so zu gestalten, dass eigenwirtschaftliche und verursachergerecht finanzierte öffentliche und private Fahrdienste möglich sind.

- Es sind attraktive Bedingungen für den Aufbau eines leistungsfähigen Mobilfunknetzes zu schaffen. Im Hinblick auf die Situation in der Schweiz mit mehreren privaten Betreibern bisheriger Mobilfunknetze könnte auch die Option eines staatlichen Netzes im Sinn eines „utility networks“, auf dem Private Dienstleistungen anbieten können, interessant und entsprechend zu prüfen sein.
- Es ist eine Datenplattform mit „bedingter Open Data“<sup>2</sup> einzurichten, an der sich alle Akteure mit eigenen Daten beteiligen und anderweitige Daten beziehen können (ASTRA 2018). Dort sollen zudem topographische und verkehrliche Basisdaten, Ereignisdaten, Messdaten und aggregierte Sensordaten verfügbar sein. Dazu gilt es unter anderem, technische Systeme für durchgehende digitale und automatisierbare Workflows weiterzuentwickeln und entstehenden internationalen Standards anzupassen.

Auf Basis von klaren politischen Zielen kann der Staat eine **Leader-Rolle** einnehmen. Dazu sollten – ergänzend zu den bisher erwähnten Empfehlungen – folgende Maßnahmen und Instrumente ergriffen werden:

- Es ist ein Dialog über die erwünschte Mobilität der Zukunft auf allen staatlichen Ebenen anzustoßen. Daran sollen sich sowohl Politik und Wissenschaft als auch die Zivilgesellschaft und die Wirtschaft beteiligen. Dazu gehört auch der Diskurs über die Sicherheit und Wünschbarkeit von technischen Systemen.
- Es sind Zielvorgaben für die künftige Mobilität in der Schweiz zu erarbeiten. Dabei sind die Bedürfnisse des Bundes, der Städte, der Kantone, der Gesellschaft und Wirtschaft gleichermaßen sowie der Personen- und Güterverkehr zu berücksichtigen. Auch Zielkonflikte auf nationaler Ebene zu Vorgaben aus anderen Politikbereichen sind zu thematisieren.
- Es sind in Zusammenarbeit aller Staatsebenen und unter Einbezug von Wirtschaft und Zivilgesellschaft Ideen und Vorschläge zu entwickeln, wie das automatisierte und vernetzte Fahren in Städten und Agglomerationen v. a. kollektive Formen der Mobilität und des Transports stärken kann. Dies bedingt voraussichtlich Anreize für den ÖIV und neue Rahmenbedingungen für den ÖV, allenfalls aber auch Restriktionen für den individuellen automatisierten Verkehr mit privaten Fahrzeugen. Zu thematisieren sind sowohl marktwirtschaftliche Instrumente, Auflagen in Konzessionen oder Zulassungen (z. B. keine Leerfahrten) oder Information und Persuasion.
- Es ist eine hoheitliche Verkehrssteuerung vorzusehen. Dazu ist zwischen Städten, Kantonen und dem Bund einerseits zu diskutieren, wer für diese Verkehrssteuerung zuständig ist und wie allfällige Schnittstellen behandelt werden. Andererseits muss unter Einbezug von Wissenschaft und den Transportunternehmen festgelegt werden, über welche Kennwerte die Verkehrssteuerung idealerweise erfolgt (Besetzungsgrad, Mindesttransportlänge, Fahrleistung, Zielwahl, Parkplätze, Haltestellen etc.).

---

2 Im Datenverbund sind nach den Prinzipien von „bedingter Open Data“ die Daten frei zugänglich: Jeder kann sie frei beziehen, muss aber selbst Daten zurückliefern, sofern mit den bezogenen Daten ein Geschäftsmodell betrieben wird. Die so erweiterten Daten stehen wieder allen zur Verfügung und können für neue Anwendungen genutzt werden. Davon ausgenommen sind „veredelte Daten“, also Informationen, die weiterhin auf dem Markt gehandelt werden können. Wo die Grenze zwischen Daten und Informationen liegen, müssen die Beteiligten gemeinsam aushandeln (ASTRA 2018).

Zusammenfassend lässt sich erkennen, dass der größte Regulierungsbedarf folgerichtig bei der Einnahme einer Leader-Rolle anfällt. Es braucht Zielbilder und Strategien, um als starker Staat voranzugehen und die Entwicklung von Beginn an in die gewünschte Richtung zu lenken. Explizit formulierte Ziele und Strategien erfordern aber einen politischen Aushandlungsprozess, der in der Schweiz über längere Zeit andauern kann. Wenn die Enabler-Rolle des Staates im Zentrum stehen soll, dann lassen sich solche expliziten Zielbilder und Strategien auch iterativ entwickeln. Dies geht über eine rein reaktive Politik hinaus, stellt jedoch weniger Anforderungen an den Zieldiskurs, der für eine proaktive Politik im Sinne einer Leader-Rolle notwendig ist.

### 5.3 SPEZIFISCHE HANDLUNGSOPTIONEN FÜR STÄDTE UND AGGLOMERATIONEN

Die Herausforderung für die Städte und Agglomerationen ist und bleibt, einen siedlungs- und klimaverträglichen Verkehr zu gestalten. Handlungsoptionen bezüglich des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge sind deshalb in eine verkehrs-, raum- und städteplanerische Gesamtbeurteilung einzubetten. Die BaslerFonds-Studie formuliert zehn strategische Stoßrichtungen mit möglichen Maßnahmen für Städte und Agglomerationen.

- **Mobilität gesamtheitlich und stadtverträglich planen:** Es gilt, sich Gedanken darüber zu machen, wie automatisiertes Fahren zur erwünschten klima- und stadtverträglichen Mobilität beitragen kann.
- **Möglichkeiten testen, Erfahrungen austauschen und Wissen erweitern:** Mit Testversuchen und Pilotprojekten können Erfahrungen gesammelt und Erkenntnisse zu verkehrlichen und räumlichen Wirkungen gewonnen werden. Ein Austausch zwischen den Städten sowie mit Bund und Kantonen ermöglicht die Nutzung von Synergien und verhilft zu einer schrittweisen Weiterentwicklung des Wissensstandes.
- **Bedürfnisse und Anliegen der Städte und Agglomerationen einbringen:** Städte und Agglomerationen sollten die Entwicklungen und Anwendungen des automatisierten Fahrens aktiv verfolgen, Wissen und Erfahrungen austauschen und eine gemeinsame Meinungsbildung pflegen. Auf dieser Basis können sie ihre Bedürfnisse und Anliegen gegenüber dem Bund und den Kantonen einbringen.
- **Diskurs pflegen und Sensibilisierung erhöhen:** Ein öffentlicher Diskurs auf allen Ebenen erhöht die Sensibilisierung für das automatisierte Fahren und ermöglicht eine breit abgestützte Debatte zu den verkehrlichen und stadträumlichen Einflüssen und Wirkungen.
- **Mehrverkehr begrenzen:** Der durch die neuen Mobilitätsangebote und Leerfahrten induzierte Mehrverkehr muss mit geeigneten Maßnahmen minimiert resp. gezielt gelenkt werden.
- **Kollektive Transportangebote stärken:** Als flächeneffizienteste Form gilt es, den ÖV und ÖIV weiterhin attraktiv, kostengünstig und effizient auszugestalten und den Modalsplit zugunsten der nachhaltigen Mobilitätsformen mit attraktiven Angeboten weiter zu beeinflussen.
- **Verkehrsströme intelligent lenken und steuern:** Mit einer hohen Durchdringung von automatisierten Fahrzeugen und einer ausgebauten Vernetzung lässt sich der Gesamtverkehr intelligenter lenken und steuern. Nachfragespitzen können räumlich und zeitlich besser beeinflusst werden.

- **Öffentliche und private Flächennutzung optimieren:** Freiwerdende Parkflächen können zur Steigerung der Attraktivität des Stadtraums genutzt werden. Ergänzend sind Konzepte zum Parken, zu Haltezonen und Umschlagsflächen für den automatisierten Personen- und Güterverkehr zu entwickeln.
- **Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmenden gewährleisten:** Mit geeigneten Maßnahmen können Sicherheitsrisiken im Nebeneinander der Verkehrsteilnehmenden sowie in der Übergangszeit wie auch bei Vollautomatisierung reduziert werden.
- **Citylogistik siedlungsverträglich mitgestalten:** Städte und Agglomerationen können privatwirtschaftliche Bemühungen für effiziente Warenlieferungskonzepte unterstützen und siedlungsverträglich regulieren.

## 6. DIE STEUERUNG VON MOBILITÄT UND RAUMENTWICKLUNG NICHT AUS DER HAND GEBEN

Anhand der drei Szenarien aus der TA-SWISS-Studie wurde untersucht, in welche Richtungen die Entwicklung resp. Einführung von automatisiertem Fahren in der Schweiz gehen könnte. Ziel der Studie war nicht, sich für ein bestimmtes Szenario auszusprechen, sondern Handlungsoptionen zu formulieren, die entweder szenarienübergreifend Sinn machen oder dann aufzeigen, mit welcher Rolle des Staates welche Regulierungen verbunden wären.

Zwischen den Beteiligten an der BaslerFonds-Studie hingegen wurde deutlich, in welche Richtung die Entwicklung in Städten und Agglomerationen gehen sollte, damit den Menschen auch in Zukunft lebenswerte (Straßen-)Räume geboten werden können. Gewünscht sind kollektive Mobilitätsangebote in städtischen Räumen, die in Szenario 2 der TA-SWISS-Studie aufgezeigt wurden. Entsprechend ist es aus Sicht der Städte und Agglomerationen für eine nachhaltige Mobilität nicht ausreichend, dass sich der Staat nur auf die Enabler-Rolle beschränkt und die Entwicklung dem Markt überlässt.

Das Einnehmen der Leader-Rolle erfordert aber zuerst klare Zielvorgaben für die künftige Mobilität. Unter Berücksichtigung des Politikzyklus<sup>3</sup> (Abb. 7) sind solche Mobilitätsstrategien im Idealfall vorgelagert zu regulatorischen Eingriffen zu definieren resp. zwischen Bund, Städten, Kantonen sowie der Gesellschaft und Wirtschaft auszuhandeln. Dabei können und sollen auch – je nach Raumtyp – unterschiedliche Stoßrichtungen Platz finden resp. diese Leader-Rolle mit unterschiedlicher Intensität wahrgenommen werden. Dabei sind aber Zielkonflikte zu Vorgaben aus anderen Politikbereichen zu lösen.

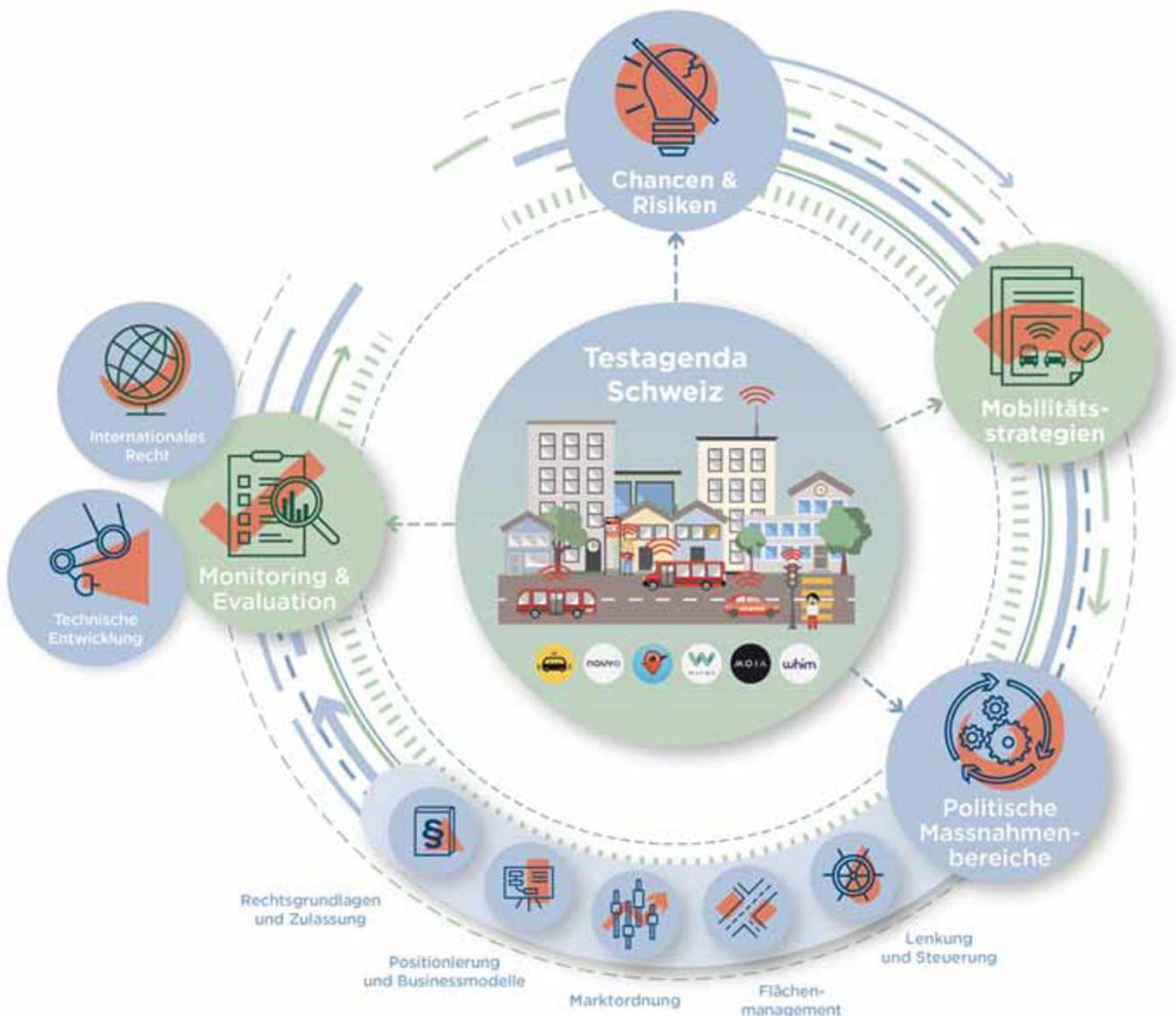
Erst wenn Klarheit und Einigkeit zu diesen Zielen besteht, sollen auf allen staatlichen Ebenen die im vorliegenden Beitrag beschriebenen Instrumente und Regulatorien zu den politischen Maßnahmenbereichen geprüft und festgelegt werden, wobei es sich hier nicht um einen rein linearen Prozess handelt - Zielsetzungen und Maßnahmen können und sollen auch iterativ entwickelt werden. Gerade wenn die Enabler-Rolle des Staates im Zentrum stehen soll, dann

3 <http://politischebildung.ch/fuer-lehrpersonen/didaktik-und-methoden/politikzyklus>, [www.staatsfragen.de/tag/politikzyklus/](http://www.staatsfragen.de/tag/politikzyklus/).

lassen sich solche expliziten Zielbilder und Strategien auch iterativ entwickeln. Dies geht über eine rein reaktive Politik hinaus, stellt jedoch weniger Anforderungen an den Zieldiskurs, der für eine proaktive Politik im Sinne einer Leader-Rolle notwendig ist.

Zudem müssen die internationalen Entwicklungen laufend beobachtet werden, um auf allen Staatsebenen angemessen und rasch reagieren zu können. Von besonderem Interesse sind rechtliche Festlegungen der EU, aber auch in anderen führenden Staaten, sowie allgemeine technologische Fortschritte beim automatisierten und vernetzten Fahren. Internationale Erkenntnisse müssen rasch in die Schweizer Politikkreisläufe Eingang finden, um die Handlungsoptionen möglichst wirksam und im Sinne der Mobilitätsstrategien zu evaluieren und bei Bedarf zu revidieren.

**Abbildung 7:** Politikzyklus für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge in der Schweiz



Quelle: EBP/BaslerFonds/Städteverband und weitere Partner (2018g)

Zudem ist aufzuzeigen, dass mit geeigneten Maßnahmen negative Wirkungen des automatisierten Fahrens erfolgreich vermieden oder zumindest eingeschränkt werden können. Dazu sind von Bund, Kantonen, Städten und Gemeinden gemeinsam und frühzeitig entsprechende Monitoring- und Controllingsysteme zu entwickeln und auf ihre Anwendbarkeit zu prüfen. Die Festlegung der notwendigen Regulatorien für die Beeinflussung der Mobilität und des Verkehrs muss auch vor diesem Hintergrund erfolgen. Falls die gewünschten Wirkungen gering sind oder ganz ausbleiben, muss über eine Überarbeitung der Mobilitätsstrategien, der rechtlichen Grundlagen oder der implementierten Instrumente nachgedacht werden. Auf allen Staatsebenen braucht es die Bereitschaft für entsprechende Korrekturprozesse.

Viele künftige Chancen und Herausforderungen des automatisierten Fahrens sind aus heutiger Sicht nur schwer voraussehbar oder modellierbar. Mit Testanlagen und Pilotprojekten können wichtige Erfahrungen gesammelt und Erkenntnisse zu verkehrlichen wie räumlichen Wirkungen gewonnen werden. Eine wichtige Erkenntnis beider Studien ist denn auch, dass Pilotanwendungen eine zentrale Grundlage für alle vier Schritte des politischen Kreislaufes sind. Aus diesem Grund wird der Politikzyklus in Abbildung 7 mit einer zusätzlichen Dimension versehen: Innerhalb dieser Testagenda laufen im kleineren Rahmen auch die vier Schritte des Kreislaufes ab. Da die Implementierung aber über Sonder- und Ausnahmegenehmigungen erfolgt, kann sich dieser Kreislauf schneller bewegen und wichtige Erkenntnisse für die anderen Schritte liefern.

Die Erfahrungen aus diesen Anwendungen sollen einerseits Evidenz schaffen und zielführende Anwendungen für die Schweiz aufzeigen, andererseits soll der Bund die Erkenntnisse auch im Rahmen seiner internationalen Tätigkeit bei rechtlichen Fragen einbringen.

## LITERATUR

- ASTRA (Bundesamt für Strassen) 2018. „Bereitstellung und Austausch von Daten für das automatisierte Fahren im Strassenverkehr“, 7.12.2018, Bern. [www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung\\_strassennetzeallgemein/bereitstellung-austausch-daten-automatisiertes-fahren.pdf.download.pdf/Bereitstellung%20und%20Austausch%20von%20Daten%20f%C3%BCr%20das%20automatisierte%20Fahren%20im%20Strassenverkehr.pdf](http://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung_strassennetzeallgemein/bereitstellung-austausch-daten-automatisiertes-fahren.pdf.download.pdf/Bereitstellung%20und%20Austausch%20von%20Daten%20f%C3%BCr%20das%20automatisierte%20Fahren%20im%20Strassenverkehr.pdf) (9.7.2020).
- EBP, BaslerFonds, Städteverband und weitere Partner 2017. „Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Grundlagenanalyse (Phase A)“, Zürich. [www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/171024\\_BaslerFonds\\_aFz\\_Phase%20A\\_Schlussbericht\\_de\\_1\\_1.pdf](http://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/171024_BaslerFonds_aFz_Phase%20A_Schlussbericht_de_1_1.pdf) (1.7.2020).
- EBP, BaslerFonds, Städteverband und weitere Partner 2018a. „Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Modul 3a, Verkehrstechnik“, Zürich. [www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-04-04%20aFn\\_3a%20Verkehrstechnik\\_Schlussbericht\\_0.pdf](http://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-04-04%20aFn_3a%20Verkehrstechnik_Schlussbericht_0.pdf) (1.7.2020).
- EBP, BaslerFonds, Städteverband und weitere Partner 2018b. „Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Modul 3b, Daten und IT-Infrastrukturen“, Zürich. [www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-04-05%20aFn\\_3b%20Daten%20und%20Infrastrukturen\\_Schlussbericht\\_0.pdf](http://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-04-05%20aFn_3b%20Daten%20und%20Infrastrukturen_Schlussbericht_0.pdf) (1.7.2020).
- EBP, BaslerFonds, Städteverband und weitere Partner 2018c. „Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Modul 3c, Mögliche Angebotsformen im kollektiven Verkehr (ÖV und ÖIV)“, Zürich. [www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-04-19%20aFn\\_3c%20Mögliche%20Angebotsformen%20im%20kollektiven%20Verkehr\\_Schlussbericht\\_0.pdf](http://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-04-19%20aFn_3c%20Mögliche%20Angebotsformen%20im%20kollektiven%20Verkehr_Schlussbericht_0.pdf) (1.7.2020).

- EBP, BaslerFonds, Städteverband und weitere Partner 2018d. „Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Modul 3d, Städte und Agglomerationen“, Zürich. [www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-08-30%20aFn\\_3d%20Stadte-Agglomerationen%20Schlussbericht\\_1.pdf](http://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-08-30%20aFn_3d%20Stadte-Agglomerationen%20Schlussbericht_1.pdf) (1.7.2020).
- EBP, BaslerFonds, Städteverband und weitere Partner 2018e. „Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Modul 3e, Ressourcen, Umwelt, Klima“, Zürich. [www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-04-09%20aFn\\_3e%20Ressourcen%2C%20Umwelt%2C%20Klima\\_Schlussbericht\\_0.pdf](http://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-04-09%20aFn_3e%20Ressourcen%2C%20Umwelt%2C%20Klima_Schlussbericht_0.pdf) (1.7.2020).
- EBP, BaslerFonds, Städteverband und weitere Partner 2018f. „Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Modul 3f, Güterverkehr/City Logistik (Strasse)“, Zürich. [www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-03-28%20aFn\\_3f%20Guterverkehr%20und%20Citylogistik\\_Schlussbericht\\_0.pdf](http://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-03-28%20aFn_3f%20Guterverkehr%20und%20Citylogistik_Schlussbericht_0.pdf) (1.7.2020).
- EBP, BaslerFonds, Städteverband und weitere Partner 2018g. „Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Synthese“, Zürich. [www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/180905\\_Synthese\\_BaFoaFn\\_def.pdf](http://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/180905_Synthese_BaFoaFn_def.pdf) (1.7.2020).
- EBP, Fonds für Verkehrssicherheit 2018. „Automatisiertes Fahren Auswirkungen auf die Strassenverkehrssicherheit. Schlussbericht vom 31. Mai 2018“, Zürich. [www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-05-31%20aFn\\_Verkehrssicherheit\\_Schlussbericht.pdf](http://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-05-31%20aFn_Verkehrssicherheit_Schlussbericht.pdf) (9.7.2020).
- Perret, F., T. Arnold, R. Fischer, P. de Haan und U. Haefeli 2020. *Automatisiertes Fahren in der Schweiz: Das Steuer aus der Hand geben?*, TA-SWISS 71/2020. Zürich: vdf.

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





# 18 Von lokalen Projekten der Verkehrswende für automatisierten und vernetzten Verkehr lernen

Diskurs- und hegemonietheoretische Perspektiven auf neue Mobilitätsdienstleistungen in Niederösterreich<sup>1</sup>

Andrea Stickler

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>382</b>
<b>2.</b>	<b>Politik der Verkehrswende</b>	<b>383</b>
<b>3.</b>	<b>Diskurs- und hegemonietheoretische Perspektiven</b>	<b>384</b>
<b>4.</b>	<b>Neue Mobilitätsdienstleistungen als Projekte der Verkehrswende</b>	<b>386</b>
4.1	Stationsbasiertes E-Car-Sharing	388
4.2	Gemeinnützige Fahrtendienste	392
4.3	Anrufsammeltaxis	395
<b>5.</b>	<b>Hegemoniale Verschiebungen mit neuen Mobilitätsdienstleistungen</b>	<b>397</b>
<b>6.</b>	<b>Ableitungen für den automatisierten und vernetzten Verkehr</b>	<b>398</b>
	<b>Literatur</b>	<b>399</b>

---

Andrea Stickler

TU Wien, future.lab Research Center und Forschungsbereich Soziologie (ISRA)  
andrea.stickler@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_18)

# 1. EINLEITUNG

Mit diesem Beitrag werden ausgewählte Projekte im Namen der Verkehrs- oder Mobilitätswende<sup>2</sup> im ländlichen und suburbanen Raum betrachtet und diese in Bezug zum automatisierten und vernetzten Fahren gesetzt. Die in diesem Artikel entwickelte These ist, dass der automatisierte und vernetzte Verkehr das bestehende „System der Automobilität“ (Urry 2004) zwar entscheidend verändern kann, die konkreten Veränderungen jedoch im Zusammenhang mit lokal-spezifischen Herausforderungen und gegenwärtigen Konflikten und Kämpfen um Mobilitätssysteme betrachtet werden müssen. Analysiert werden daher lokale Mobilitätsprojekte, mit denen über eine reine Ablösung der fossilen Antriebstechnologie der Automobilität hinausgegangen und eine umfassendere Verkehrswende mit neuen Mobilitätsdienstleistungen wie Mikrosystemen im öffentlichen Verkehr (ÖV), gemeinnützige Fahrtendienste und Car-Sharing angestrebt wird.

Die Analyse bezieht sich auf eine empirische Untersuchung im Referenzraum Niederösterreich und basiert auf einem diskurs- bzw. hegemonietheoretischen Bezugsrahmen. In Abgrenzung zu anderen soziotechnischen Wandlungstheorien, mit denen stärker die Bedeutung von technologischen Nischen und deren Zusammenwirken mit etablierten Systemen bzw. Regimen untersucht werden (Geels 2012, Loorbach et al. 2017, Kemp et al. 2012), rückt die gewählte diskurs- und hegemonietheoretische Perspektive stärker die bestehenden Machtverhältnisse und Wandlungsprozesse über gesellschaftliche Zustimmung in den Mittelpunkt (Laclau/Mouffe 2000, Nonhoff 2006, Wullweber 2012). Bezugnehmend auf Antonio Gramscis Hegemoniekonzept könne eine Veränderung – und demnach auch eine Veränderung im Sinne einer Verkehrswende – erst dann erreicht werden, wenn eine gewisse Zustimmung bzw. ein Konsens zur Veränderung in der Bevölkerung vorherrschen.

Ausgehend von dieser Annahme wird empirisch untersucht, welche Projekte der Verkehrswende sich gegenwärtig in Umsetzung befinden und alternative Mobilitätslösungen abseits des privaten, fossil-betriebenen Pkw im ländlichen und suburbanen Raum in Niederösterreich bieten. Daraus können die gegenwärtigen Herausforderungen, Spannungen und Widersprüche bei der Umsetzung empirisch abgeleitet und letztlich untersucht werden, welche Gruppen oder Institutionen für eine Veränderung im Sinne der Verkehrswende bereit sind bzw. welche Mobilitätsbedürfnisse mit den neuen Mobilitätsangeboten abgedeckt werden können.

Konkret werden drei Fallbeispiele ausgewählt: die Analyse von E-Car-Sharing-Modellen, gemeinnützige Fahrtendienste sowie Anrufsammeltaxis als zentrale Mikro-ÖV-Systeme. Aus dieser Analyse wird in einem weiteren Schritt abgeleitet, welche Strukturen bei neuen Mobilitätsangeboten gegenwärtig wirken und potentiell auch im Zusammenhang mit der Automatisierung und Vernetzung des Verkehrs eine zentrale Rolle spielen werden. Dabei wird entsprechend der

---

1 Teile dieses Texts sind Auszug eines Dissertationsprojekts mit dem Titel „Automobilität im Umbruch? Gegenwärtige Stabilisierungen oder Transformationen der automobilen Hegemonie“, das am Institut für Raumplanung, Forschungsbereich Soziologie bzw. am future.lab der Technischen Universität entstanden ist.

2 Die Begriffe Verkehrs- und Mobilitätswende werden im politischen Diskurs meist synonym verwendet. Zu einer präziseren begrifflichen Differenzierung siehe Beitrag 4 von Mandercheid in diesem Band.

theoretischen Annahmen nicht davon ausgegangen, dass die gegenwärtigen relativ stabilen diskursiven Strukturen künftige Handlungen eindeutig determinieren werden. Neue Entwicklungen und Brüche können jederzeit auftreten, jedoch macht die momentane Struktur bestimmte Entwicklungen wahrscheinlicher als andere. Vorerst werden jedoch in den nächsten beiden Abschnitten kurz der Hintergrund einer Politik zur Verkehrswende aufgezeigt und zugrunde liegende diskurs- bzw. hegemonietheoretische Annahmen offengelegt.

## 2. POLITIK DER VERKEHRSWENDE

Der Verkehrssektor ist in den letzten Jahren zunehmend in den Fokus der Klima-, Energie- und Umweltpolitik gerückt. Sowohl auf internationaler Ebene als auch im nationalen und regionalen Kontext werden klimapolitische Forderungen in gesetzlich verbindlichen Zielsetzungen zum Verkehr verankert<sup>3</sup>. In Österreich betonen sowohl die nationale Klima- und Energiestrategie Mission 2030 als auch der aktuell vorgelegte nationale Klima- und Energieplan (der im Sinne der europäischen Governance-Verordnung 2018/1999 von den EU-Mitgliedsstaaten auferlegt werden muss) Ziele und Maßnahmen im Bereich des Verkehrswesens und verweisen auf die hohe Bedeutung einer umwelt- und innovationsfreundlichen Verkehrs- oder Mobilitätswende<sup>4</sup> (BMNT/BMVIT 2018, BMNT 2019). Gleichwohl wird die Verkehrs- und Mobilitätswende zunehmend von lokalen politischen VertreterInnen als wichtig erachtet (Österreichischer Städtebund 2015). Der Begriff der Verkehrs- oder Mobilitätswende wird oftmals sehr unterschiedlich gedeutet. Im Allgemeinen ist mit dem Begriff jedoch eine Problematisierung der Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor, insbesondere bei der fossilen Automobilität, und der Anspruch zur Reduzierung des Autoverkehrs bzw. das Ersetzen des Privatautos durch andere Modi wie öffentlichen Verkehr, neue Mobilitätsdienstleistungen, Zufußgehen oder Radverkehr verbunden. Der politische Appell nach einer Verkehrs- und Mobilitätswende ist zu einer anerkannten Forderung geworden, die zunehmend einen weitreichenden gesellschaftlichen Zuspruch erfährt.

Die konkreten Maßnahmen und Strategien, die im Namen der Verkehrswende gesetzt werden, sind jedoch hoch umstritten. Angenommen wird, dass sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr entscheidende Hebel in Bewegung zu setzen sind, da der Verkehr im Vergleich

---

3 In Österreich erfolgte diese gesetzliche Verankerung überwiegend über die „Sektorziele Verkehr“ im Klimaschutzgesetz.

4 Österreich hat sich gemäß der EU-Lastenteilungsverordnung verpflichtet, bis zum Jahr 2030 die Treibhausgasemissionen um 36 Prozent gegenüber dem Jahr 2005 zu reduzieren. Diese Zielsetzung wurde auch von den Bundesländern aufgenommen. In den Sektoren Verkehr und Gebäude werden die größten Einsparungspotentiale wahrgenommen. Der Verkehr ist derzeit der emissionsstärkste Sektor mit einem Anteil von 46 Prozent der Gesamtemissionen (außerhalb des Emissionshandels). Damit das Gesamtziel bis zum Jahr 2030 erreicht werden kann, müssen die Emissionen um rund 7,2 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent auf rund 15,7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent gesenkt werden. Die Treibhausgasemissionen aus dem österreichischen Verkehrssektor (ohne Luftverkehr) sind mit 23,6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent für das Jahr 2017 beziffert. Demnach haben die Emissionen seit dem Jahr 1990 um 73 Prozent zugenommen. Knapp zwei Drittel der Treibhausgasemissionen des Verkehrs auf der Straße entfielen im Jahr 2017 auf den Personenverkehr.

zu anderen Sektoren aufgrund der steigenden Treibhausgasemissionen einen Problembereich darstellt, insbesondere in Ballungsräumen und entlang von Transitrouten (BMNT 2019: 6). Neue Trends wie die Sharing Economy, neue Mobilitätskonzepte insbesondere für den ländlichen Raum, aber auch die Stärkung des öffentlichen Verkehrs sowie die Förderung von aktiver Mobilität stehen im Vordergrund. Aus technologischer Sicht werden Schlüsselrollen der Elektrifizierung und Digitalisierung zugeschrieben. Diese beiden Ebenen vereinernd, soll auch die Automatisierung und Vernetzung des Verkehrs im Sinne der Verkehrswende genutzt werden (BMVIT 2018).

Trotz der bereits seit mehreren Jahrzehnten geforderten Verkehrswende blieb ihre breite Durchsetzung bislang erfolglos (Schwedes 2011: 14), das Auto ist in vielen Kontexten das dominante Verkehrsmittel geblieben (Manderscheid 2014). Zudem steigen in den letzten Jahren sowohl die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor als auch der Fahrzeugbestand in Österreich (Statistik Austria 2020). Diese Entwicklung wirft die Frage auf, warum die Verkehrswende, obwohl sie politisch als notwendig erachtet wird, bislang wenig erfolgreich geblieben ist. Zur theoretischen Einordnung einer Politik der Verkehrswende wird im Folgenden auf diskurs- und hegemonietheoretische Perspektiven verwiesen.

### 3. DISKURS- UND HEGEMONIETHEORETISCHE PERSPEKTIVEN

Mit dem Begriff der Verkehrswende erfolgen bestimmte Verschiebungen im hegemonialen verkehrspolitischen Diskurs, wobei überwiegend ökologische Bedenken, aber auch beispielsweise das Argument der Sicherheit (siehe Beitrag 10 von Mitteregger in diesem Band) bestimmte Veränderungen im Verkehrssektor fordern. Zur theoretischen Einordnung jener Verschiebungen wird ein diskurs- und hegemonietheoretischer Referenzrahmen herangezogen und beispielhaft auf die Politik zur Verkehrswende angewandt. Die Verschränkung von diskurstheoretischen Argumentationen und Hegemonietheorie beruht oftmals maßgeblich auf den Werken von Laclau und Mouffe (Laclau/Mouffe 2000; Laclau 1990, 2002) und wurde von AutorInnen wie Nonhoff (2006), Vey (2015) und Wullweber (2012, 2014) weiterentwickelt bzw. empirisch operationalisiert. Mit dem Begriff der Hegemonie ist das Vorherrschen bestimmter Artikulationsmuster oder sozialer Sinnkonstruktionen gemeint. Hegemonie ist aber kein Zustand, sondern stets in Bewegung und Resultat einer diskursiven Praxis, die auf bestimmten diskursiven Strukturen aufbaut und diese verschiebt (Nonhoff 2006: 137). Die hegemoniale Praxis ist Teil der diskursiven Struktur des politischen Raums und entwickelt sich in diesem. Die Forderung zur Verkehrswende kann als eine solche hegemoniale Praxis gedeutet werden, die die Strukturen der Automobilität auf eine spezifische Art und Weise umdeutet bzw. verschiebt.

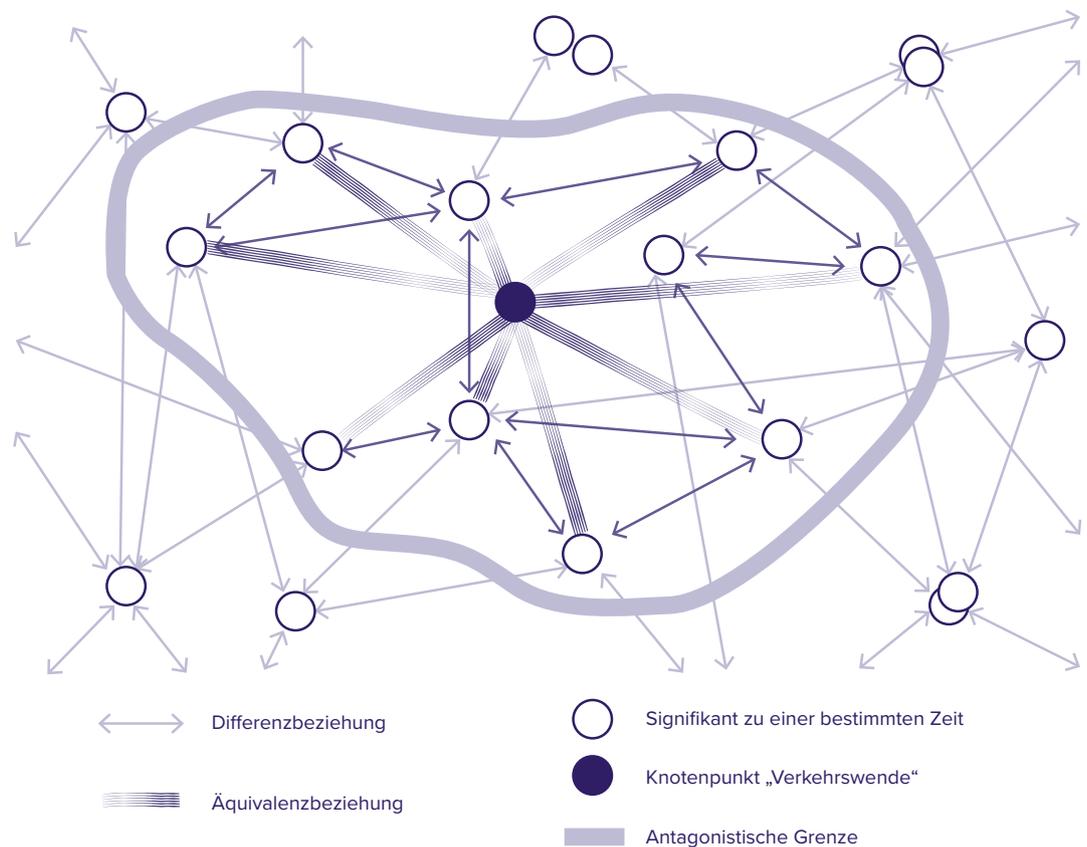
Die gegenwärtige Automobilität kann als eine relativ stabile diskursive Formation verstanden werden<sup>5</sup>, die jedoch umkämpft ist und sich im Zuge der zunehmend stärker werdenden Forde-

---

5 Sozialräumliche sowie gruppenspezifische Unterschiede bei der Nutzung des Autos spielen eine entscheidende Rolle. Während in vielen Städten die Zahl jener Personen, die ein Auto besitzen, rückläufig ist, steigt in ländlichen Regionen der Autobesitz weiterhin an (VCÖ 2015). Ebenso steht der Motorisierungsgrad und damit verbunden die Stabilität der diskursiven automobilen Formation mit der Qualität von öffentlichen Verkehrsangeboten in Verbindung. Mobilitätsforschende, die mit dem Milieu-Ansatz arbeiten, haben zudem auf die soziale Differenzierung von verschiedenen Mobilitätsmustern und die Nutzung des Autos verwiesen (Dangschat 2017, Beck/Plöger 2008).

nung nach einer Verkehrswende erneuern muss. Wenngleich die Verkehrswende im Sinne der Dekarbonisierung bislang keine Gegenhegemonie zur Automobilität hervorgebracht hat, finden sich dennoch zahlreiche politische Artikulationen, die den universellen Geltungsanspruch des Automobils anfechten oder infrage stellen (BMNT/BMVIT 2018, BMNT 2019). Neue Technologien wie die Elektromobilität, Shared Mobility bzw. Mobility as a Service sowie die Automatisierung und Vernetzung sind auf die Weiterentwicklung der fossil-betriebenen Automobilität gerichtet und stellen Verschiebungen im hegemonialen Diskurs dar. Die Forderung nach einer Verkehrswende wird zu einer wirkmächtigen politischen Vorstellung im Verkehrssektor und bildet einen fundamentalen Knotenpunkt<sup>6</sup>, der möglichst universell konnotiert wird und verschiedene Argumentationen um die Zukunft der Mobilität zusammenführt.

**Abbildung 1:** Verkehrswende als Knotenpunkt



Quelle: eigene Darstellung nach Glasze (2008: 194)

6 Dieser Knotenpunkt wird in der Diskurstheorie mit dem Begriff des „leeren Signifikanten“ beschrieben. Der Begriff des Signifikanten wird auf den Sprachwissenschaftler de Saussure zurückgeführt. De Saussure untersuchte den Zusammenhang zwischen Sprache und Wirklichkeit. Zeichen bestehen aus Signifikat (dem Bedeuteten, der Vorstellung) und Signifikant (dem Bedeutenden, etwa im Falle der Sprache das Lautbild). Die Beziehung zwischen Signifikat und Signifikant ist grundsätzlich beliebig, jedoch nicht willkürlich, da die Beziehung sozial generiert wird (Hagemann 2016: 16). Durch die Universalisierung des Partikularen bei hegemonialen Projekten wird der Signifikant entleert. Das Zeichen wird von seiner Bedeutung losgelöst.

In der gegenwärtigen Diskussion zur Verkehrswende spielen staatliche Interventionen eine entscheidende Rolle. Die aktuellen Staatsinterventionen im Sinne der Verkehrswende führen aber auch dazu, dass neue Formen der Unterordnung auferlegt werden. Beispielsweise ist die Elektromobilität trotz der hohen staatlichen Förderung gesellschaftspolitisch umstritten (Brunnengräber/Haas 2020), ebenso wie eine strukturelle (u. a. steuerliche) Benachteiligung der Automobilität. Auch die konkrete Bedeutung der Verkehrswende selbst ist umstritten. Ökologische Forderungen existieren „in vielfältigen Formen, die von der Art und Weise abhängen, in der der Antagonismus diskursiv konstituiert wird“ (Laclau/Mouffe 2000: 210). Die ökologischen Forderungen können sowohl antikapitalistisch, antiindividualistisch und autoritär als auch liberitär, sozialistisch und reaktionär sein. Die Auslegung der ökologischen Forderung ist nicht von Anfang an festgelegt, sondern beweglich. Die Art und Weise wie diese Forderung artikuliert wird, ist keinesfalls vorherbestimmt.

Mit dem Begriff der Verkehrswende werden auf eine spezifische Weise äquivalente Verbindungen zu anderen großen Begriffen wie technologischem Fortschritt, Innovation, Wirtschaftswachstum, Sicherheit und Nachhaltigkeit oder erneuerbaren Energieträgern hergestellt. Durch diese begrifflichen Verbindungen (Äquivalenzbeziehungen) werden die Mängel der heutigen (Auto-)Mobilität deutlich gemacht und erhalten eine positive Präsenz (Wullweber 2014: 291). Gleichzeitig grenzt sich der Begriff der Verkehrswende von anderen großen Konzepten (wie Fossilenergie oder Zersiedelung) ab und formt dadurch eine Differenzbeziehung und antagonistische Grenze. Verschiedene gesellschaftliche AkteurInnen verknüpfen ihr Interesse mit dem Begriff der Verkehrswende. In diesem Kontext hat sich die Erzählung über Wandlungsprozesse in Richtung Elektromobilität, Sharing und Automatisierung weitgehend durchgesetzt.

Eine Reihe gesellschaftlicher Kräfte forciert also die hegemoniale Verschiebung in Richtung der Verkehrswende. Damit wird die Verkehrswende gegenwärtig erfolgreich in Verbindung mit dem gesellschaftlichen Allgemeininteresse artikuliert. Sie strebt Veränderungen an, mit denen wesentliche Herausforderungen heutiger Gesellschaften gelöst werden sollen.

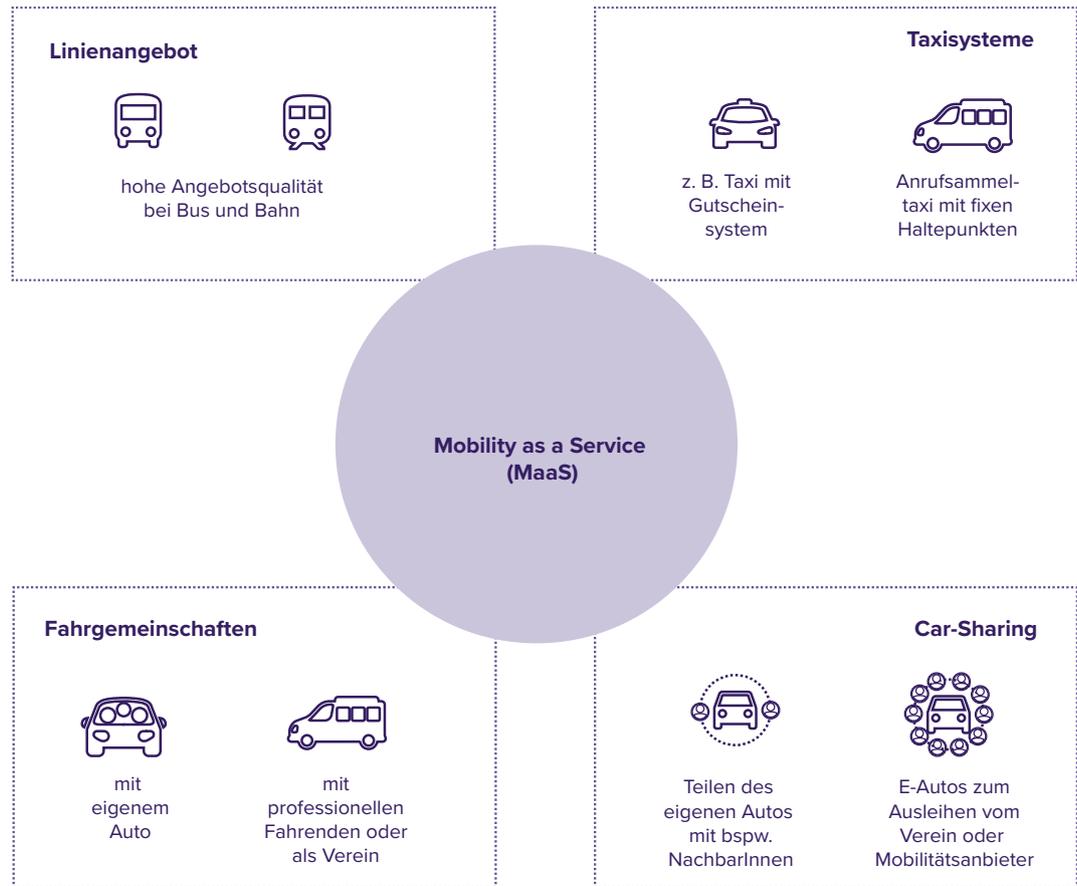
## **4. NEUE MOBILITÄTSDIENSTLEISTUNGEN ALS PROJEKTE DER VERKEHRSWENDE**

Die Frage, welche Verschiebungen oder Risse innerhalb des Diskurses über die Automobilität durch die Verkehrswende stattfinden, kann mittels einer genauen Betrachtung von bestehenden Projekten zur Verkehrswende beantwortet werden. Durch die Analyse von zentralen Rahmenbedingungen und geführten Gesprächen mit verschiedenen involvierten AkteurInnen soll aufgezeigt werden, welche allgemeinen Forderungen mit neuen Mobilitätsangeboten in Verbindung gebracht werden. Zudem wird untersucht, welche Faktoren für die Umsetzung und Stabilisierung der Projekte wesentlich sind bzw. wo in der Umsetzung die Herausforderungen und Probleme liegen. Ausgewählt wurden Projekte zu stationsbasiertem E-Car-Sharing, gemeinnützigen Fahrtendiensten sowie Anrufsammeltaxis. Alle analysierten Projekte liegen im suburbanen oder ländlichen Raum und zielen auf das Schaffen von alternativen Mobilitätslösungen zum Privatauto ab. Geführt wurden zwölf Gespräche mit ProjektinitiatorInnen, GemeindevertreterInnen und kommerziellen Anbietern von neuen Mobilitätsdienstleistungen. Zudem wurden Vorträge und Seminare des Landes Niederösterreich bzw. der Energie- und Umwelt-Agentur des Landes Niederösterreich hinzugezogen und ausge-

wertet. Die Perspektiven der NutzerInnen und die breite Wahrnehmung der Angebote in der Gesellschaft konnte jedoch nicht umfassend erhoben werden und stellen einen weiteren Forschungsbedarf dar.

Die folgende Abbildung 2 liefert einen Überblick der unterschiedlichen neuen Mobilitätsangebote, die im Kontext einer Mobility as a Service genutzt werden sollen.

**Abbildung 2:** Mobilitätsangebote (Mobility as a Service – MaaS)



Quelle: eigene Darstellung nach Danninger (2019)

Die auf der nächsten Seite folgende Tabelle 1 vergleicht die drei ausgewählten Systeme E-Car-Sharing, gemeinnützige Fahrtendienste und Anrufsammeltaxis hinsichtlich der Betreiber, der Angebotsform, der Kosten für die NutzerInnen, der Art der Beförderung sowie des räumlichen Einsatzgebietes.

Mit der Analyse dieser drei unterschiedlichen Mobilitätsdienstleistungen soll untersucht werden, wie Projekte der Verkehrswende eine hegemoniale Verschiebung im relativ stabilen „System der Automobilität“ (Urry 2004) erreichen können. Es stellt sich hier die Frage, ob es gelingen kann, ein Projekt so zu artikulieren, dass eine Vielzahl von AkteurInnen die Realisierung als unerlässlich für das Allgemeininteresse ansieht und dementsprechend ihre Handlungen ausrichtet.

**Tabelle 1:** Vergleich der ausgewählten Mobilitätsangebote

	<b>Stationsgebundenes E-Car-Sharing</b>	<b>Gemeinnützige Fahrtendienste</b>	<b>Anrufsammeltaxis</b>
<b>Vorwiegender Betreiber</b>	Gemeinde, Unternehmen	Verein	Gemeinde, Region
<b>Vorwiegende Angebotsform</b>	öffentlich, kommerziell (mit öffentlicher Unterstützung)	privat, nichtkommerziell (mit öffentlicher Unterstützung)	öffentlich (unter Beauftragung kommerzieller Transportunternehmen/ Plattformbetreibern)
<b>Kosten für NutzerInnen</b>	mittel	niedrig	mittel
<b>Art der Beförderung</b>	Das Fahrzeug muss selbst gesteuert werden.	Personen werden von freiwilligen FahrerInnen befördert.	Personen werden von professionellen FahrerInnen befördert.
<b>Räumliches Einsatzgebiet</b>	Der Zugang erfolgt stationsgebunden, das Fahrzeug kann jedoch über das Gemeindegebiet hinaus genutzt werden.	Der Fahrtendienst operiert überwiegend innerhalb des Gemeindegebietes.	Das Anrufsammeltaxi operiert in Ergänzung zum öffentlichen Verkehr entlang von definierten Haltepunkten.

Quelle: eigene Darstellung

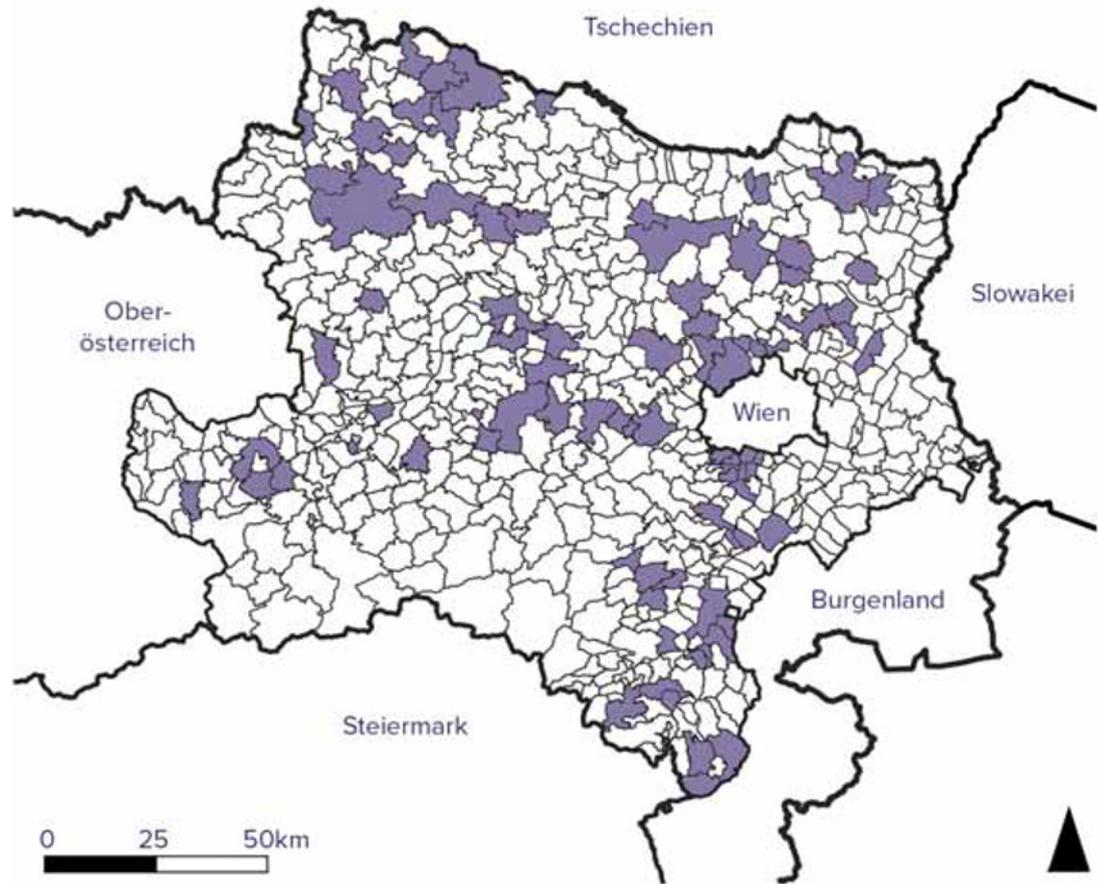
## 4.1 STATIONSBASIERTES E-CAR-SHARING

In den letzten Jahren haben sich zahlreiche überwiegend kommunale, aber auch regionale Projekte mit der gemeinsamen Nutzung von Elektroautos im suburbanen oder ländlichen Raum beschäftigt. E-Car-Sharing ermöglicht vielen NutzerInnen, ein E-Auto einfach im Alltag zu testen und zu nutzen. Die Projekte werden oftmals zum Zweck eines Zweitwagensersatzes pro Haushalt beworben. Die Nutzungskosten für Personen, die ein Auto buchen, sind im Vergleich zu den Kosten eines eigenen Pkw relativ niedrig. Ein Imagegewinn durch innovative und nachhaltige Lösungen entsteht für den Anbieter – im ländlichen Raum ist dies meist die Gemeinde. In Niederösterreich ist der Träger des E-Car-Sharing meist ein Verein, eine Gemeinde oder auch ein professioneller Anbieter. Entscheidend ist, ob das Car-Sharing dem Gewerberecht unterliegt oder nicht.

Für das ökonomisch abgesicherte Funktionieren eines E-Car-Sharing sind maximal 20 bis 30 NutzerInnen pro Fahrzeug erforderlich. Sowohl Privatpersonen als auch Firmen und Gemeinden können das E-Car-Sharing initiieren. Von den NutzerInnen wird in der Regel eine Jahresgebühr von 100 bis 300 Euro erhoben. Zudem wird ein Kilometergeld (10 bis 20 Cent) und/oder eine Stundengebühr (1 bis 5 Euro) in Rechnung gestellt. Die Buchung des Autos erfolgt in der Regel über eine App oder ein anderes Onlinebuchungssystem. Plattformen, die eine solche Buchung ermöglichen, sind beispielsweise die Plattformen Caruso oder Ibiola. Die Buchungplattform zeigt die Verfügbarkeit des Fahrzeuges sowie die notwendige Ladezeit zwischen den Buchungen an. Das Land Niederösterreich wird beim E-Car-Sharing als ein Vorzeigeland genannt. In mehr als 90 Gemeinden stehen über 120 E-Autos für E-Car-Sharing zur Verfügung. Zunehmend finden sich auch Projekte in Kombinationen mit E-Fahrtendiensten (Komarek 2019).

Bei E-Car-Sharing-Projekten wurde in den Beobachtungen und Befragungen deutlich, dass im ländlichen Raum vor allem in der Startphase ein starker politischer Push erforderlich ist. Es braucht eine politisch-planerisch engagierte Person, die das Thema aufgreift und in der Öffentlichkeit vertritt. So beschreibt eine befragte Person, die selbst ein E-Car-Sharing-Projekt umgesetzt hat:

**Abbildung 3:** E-Car-Sharing-Projekte in Niederösterreich



Quelle: eigene Darstellung nach eNu (2019)

*„Was es meiner Meinung nach für die Umsetzung braucht: einen Kümmerer, also einen zentralen Ansprechpartner, am besten einen politischen Vertreter, der sich das Thema auf die Fahne heftet und an die Bevölkerung als tolle Sache heranträgt“ (Interview A).*

Die neuen Mobilitätslösungen stehen oftmals mit einem lokalpolitischen Wunsch nach Aufmerksamkeit und Innovation in Verbindung. Die Gemeinden rühmen sich mit neuen Mobilitätsprojekten und werden auch beispielsweise im Rahmen des „Clevermobil“-Wettbewerbes vom Land Niederösterreich für besonders innovative Projekte ausgezeichnet. Dieses Bestreben nach Innovationskraft zeigt sich auch in den zahlreichen Vernetzungstreffen und Seminaren, bei denen bezüglich neuer Mobilitätsdienstleistungen zwischen den politischen VertreterInnen der Gemeinden eine gewisse Konkurrenz und Rivalität um Innovationen spürbar ist. Die Durchsetzung von neuen Mobilitätsdienstleistungen ist zudem sehr stark vom lokalen Engagement der GemeindemitarbeiterInnen und GemeindevertreterInnen abhängig. Übergeordnete politische oder planerische AkteurInnen geben weniger den entscheidenden Impuls zur Etablierung von E-Car-Sharing, können jedoch durchwegs auch unterstützend wirken. Mehrere Personen deuten auf die notwendige Bereitschaft der Gemeinden zum Engagement hin. Ein Projektleiter eines Car-Sharing-Projektes erwähnt in Bezug auf die Frage, wie erfolgreich der Betrieb des E-Car-Sharing derzeit ist:

*„Das hängt sehr stark vom Engagement der Gemeinden ab und wie stark die dahinter sind. Manche Gemeinden sind sehr aktiv, da funktioniert es sehr gut“ (Interview B).*

Diese hohe erforderliche Bereitschaft der lokalpolitischen Ebene, sich zu engagieren, wird jedoch auch durchwegs kritisch betrachtet. Vor allem im ländlichen Raum ist damit ein hohes Risiko für die initiiierenden Personen verbunden. Eine weitere befragte Person, die sich für die Umsetzung eines E-Car-Sharing-Projektes eingesetzt hat (Interview E), beschreibt die Durchsetzung von E-Car-Sharing als „ständigen Kampf“, denn die Vorzüge solcher Modelle werden oftmals nicht erkannt und angenommen. Trotz der Bemühungen von lokalen politischen VertreterInnen hält sich das Interesse in der Bevölkerung für die Nutzung von E-Car-Sharing oft in Grenzen, so die Erfahrung, weshalb viele Pilotversuche nicht weitergeführt werden. In mehreren Gemeinden wurde beispielsweise in Umfragen das Interesse der Bevölkerung für E-Car-Sharing erhoben, jedoch blieb eine breite Rückmeldung aus. Betont wird auch das „richtige“ Zeitfenster, das es für den Start eines solchen Projektes benötigt. Zwei interviewte GemeindevertreterInnen beschreiben die erfolglose Startphase folgendermaßen:

*„Ich habe mir 2016 [...] einen Vortrag bei der Energieagentur des Landes angehört und dann haben wir das einfach probiert [...], in die Gemeindezeitung gegeben und dann hat sich gerade einmal eine Person angemeldet. Danach haben wir das auch wieder fallen gelassen“ (Interview H).*

*„Wir haben schon soviel Zeit in ein potientiellles E-Car-Sharing gesteckt und Infoveranstaltungen organisiert, bei denen sich das Interesse sehr in Grenzen gehalten hat. Ich habe schon unzählige Stunden hineinvestiert und es ist nichts daraus geworden. Bei den Infoveranstaltungen ist quasi niemand gekommen. Vielleicht waren wir auch der Zeit voraus und zu früh dran“ (Interview D).*

Die interviewten GemeindevertreterInnen beschreiben die fehlenden Interessenbekundungen auf postalische oder auch mediale Aussendungen zu einem potentiellen E-Car-Sharing-Projekt, welches die Gemeinde plante. Daraufhin folgt meist eine resignierte Haltung der politischen VertreterInnen und eine kritische Perspektive auf andere laufende E-Car-Sharing-Projekte. Argumentiert wird von einigen skeptischen GemeindevertreterInnen auch, dass Projekte zum E-Car-Sharing, die als erfolgreich dargestellt werden, kritisch beleuchtet werden müssen, da nicht immer die gewünschte Bevölkerungsgruppe (Autofahrende, die auf Car-Sharing umsteigen) als NutzerInnen eines E-Car-Sharing erreicht werde. Als herausfordernd wird auch die langfristige Bereitstellung und Nutzungskontinuität von neuen Mobilitätsservices wie E-Car-Sharing von den befragten ProjektinitiatorInnen genannt. So kann beispielsweise Car-Sharing auch dazu führen, dass sich NutzerInnen irgendwann selbst ein (E-)Auto kaufen und infolgedessen das Car-Sharing selbst kaum mehr genutzt wird.

*„Eine Herausforderung ist aber auch die Kontinuität bei der Nutzung. Was passiert, wenn die Leute abspringen, weil sie sich selber ein Auto kaufen etc.? Dann gerät das System wieder ins Wanken“ (Interview G).*

Wenn Car-Sharing als eine solche Übergangslösung bis zur Anschaffung eines eigenen Fahrzeuges genutzt wird, dann kann Car-Sharing gegebenenfalls zu einer weiteren Stabilisierung der hegemonialen Automobilität beitragen, auch wenn diese stärker elektrisch betrieben werden könnte.

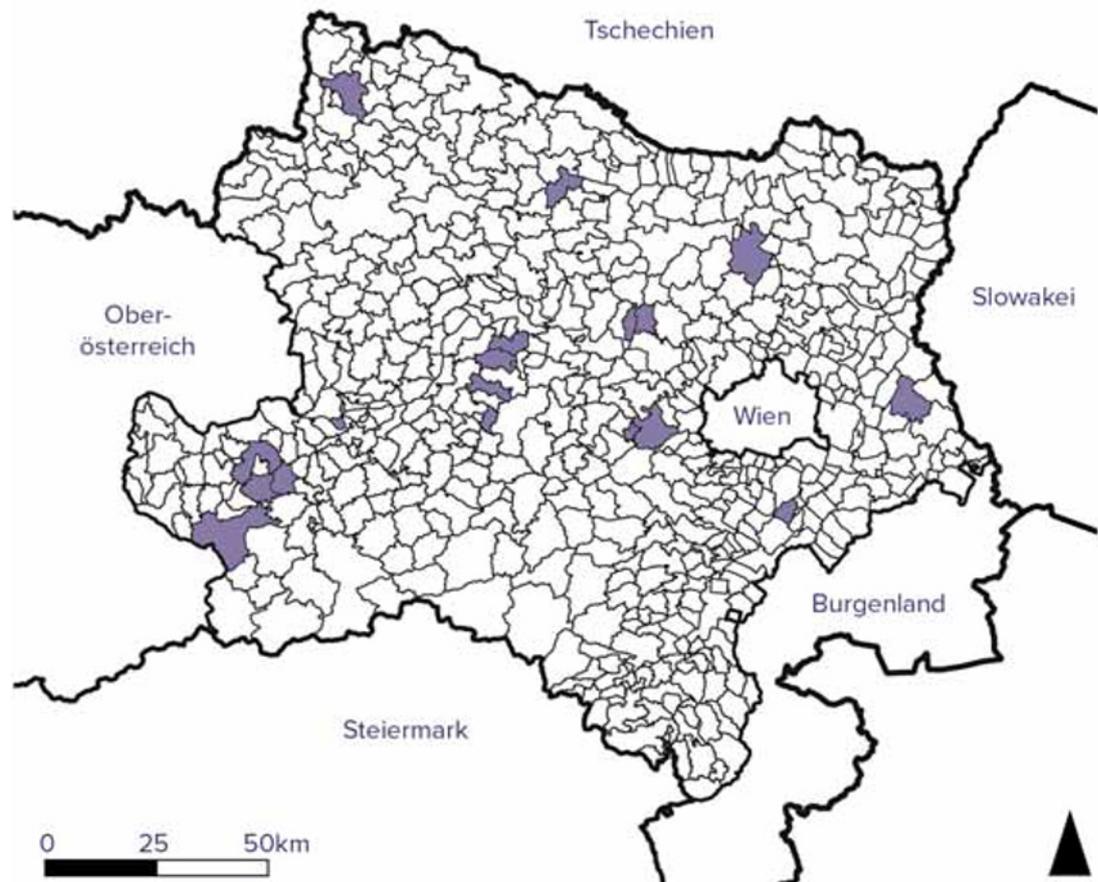
Insbesondere in Räumen, in denen die meisten Menschen ein eigenes Auto besitzen und derzeit bereits stark von der Automobilität abhängig sind, hält sich das Interesse an Car-Sharing in Grenzen. Die von GemeindevertreterInnen propagierten „Erfolgsprojekte“ werden von den

interviewten Personen auch immer wieder kritisch eingeordnet. Aufgrund der hohen Rivalität um Innovationskraft in den Gemeinden werden viele Projekte auch überwiegend positiv dargestellt und Probleme verschwiegen. Eine befragte politische Gemeindevertreterin ordnet diese positive Darstellung kritisch ein:

*„Viele Projekte funktionieren nur, weil sie von der Gemeinde mitgenutzt werden ‚müssen‘. Das heißt, dass eben alle Politiker und Gemeindebedienstete das Angebot nutzen müssen, was aber nicht Sinn der Sache ist. Die Projekte belügen sich mit ihrem Erfolg selbst, weil es die Bevölkerung nicht zum Umsteigen auf neue Mobilitätslösungen motiviert. Es müsste viel mehr aus der Bevölkerung kommen – ein Appell an die Politiker ‚Hey macht das doch, wir wollen das!‘, aber das passiert nicht“ (Interview D).*

Das heißt also, dass Car-Sharing laut dieser Stellungnahme nur durch die regelmäßige Mitbenutzung von GemeindemitarbeiterInnen funktioniert und damit den eigentlichen Zweck verfehlt, dass Menschen auf ein eigenes Auto verzichten und das Auto mit anderen NutzerInnen teilen. Die interviewte Person beschreibt auch die fehlenden allgemeinen Forderungen zur Durchsetzung von E-Car-Sharing aus der Bevölkerung. Trotz dieser Erfahrungen und den skeptischen Perspektiven auf E-Car-Sharing haben sie sich dennoch zunehmend in Niederösterreich etabliert. Die Car-Sharing-Projekte sind jedoch sehr unterschiedlich organisiert. Poten-

**Abbildung 4:** Fahrtendienste in Niederösterreich



Quelle: eigene Darstellung nach Wels-Hiller (2019)

tiale für die Weiterentwicklung werden vor allem in der übergeordneten Integration in eine einheitliche Mobilitätsplattform gesehen. Aufgrund der heterogenen Anbieter- und Organisationsstrukturen erscheint dies jedoch als schwierig. Die Projekte zum E-Car-Sharing stehen demnach offensichtlich nicht immer in Verbindung mit einem gesellschaftlichen Allgemeininteresse und stellen oftmals auch keine umfassende und subsumtive Forderung zur Transformation der Automobilität. Gleichzeitig sind sie jedoch durchaus ein sehr partikularer Ausdruck von Gegenkräften zur hegemonialen Automobilität, die überwiegend durch staatliche Intervention vorangetrieben wird.

## 4.2 GEMEINNÜTZIGE FAHRTDIENSTE

Eine weitere Nische, die im Rahmen dieses Beitrags im Sinne einer Praxis zur Verkehrswende beleuchtet wird, ist der gemeinnützige Fahrtendienst. Gemeinnützige Fahrtendienste werden mit ehrenamtlichen FahrerInnen eingerichtet und können als dekommodifizierte Mobilitätsangebote beschrieben werden: Freiwillige FahrerInnen befördern Vereinsmitglieder mit einem E-Auto von A nach B. Dieses Modell ist als Sonderform des davor bereits bestehenden Gemeindebusses in Niederösterreich hervorgegangen. Der Gemeindebus, im Jahr 2011 entstanden, stellt eine bürgerinitiierte Beförderungsform auf lokaler Ebene dar. Ziele des Fahrtendienstes sind die Integration von weniger mobilen Personen in das Gemeindeleben sowie die Stärkung der Kommunikation und des Austausches zwischen verschiedenen Generationen. Zudem sollen bestehende Hol- und Bringfahrten von mobilitätseingeschränkten Personen (bspw. ältere Menschen oder Kinder) reduziert werden. Mit dem Fahrtendienst wird auch das Ziel der Stärkung der örtlichen Wirtschaft in Verbindung gebracht, da der Fahrtendienst auch zum Einkaufen im Ort genutzt werden soll. Im Unterschied zum E-Car-Sharing muss der Standort bei einem elektrisch betriebenen Auto nicht unmittelbar beim Wohnort der NutzerInnen liegen. Viele Personen können mit dem Fahrtendienst auch erste Erfahrungen mit der Elektromobilität machen, was vonseiten des Landes Niederösterreich im Sinne einer Bewusstseinsbildung als wichtig erachtet wird. Ebenso wird im Rahmen dessen die Bedeutung des Fahrtendienstes als Ersatz für den Zweitwagen in einem Haushalt diskutiert. Die Kosten für die NutzerInnen sind gering und der Fahrtendienst kann auch als Ergänzung zum öffentlichen Verkehr eingesetzt werden (Komarek 2019).

Der Träger des Fahrtendienstes ist meist ein Verein, der aber von der Gemeinde unterstützt wird. Die Kostenkalkulation erfolgt ohne Gewinnabsicht. Abzuklären ist wiederum die Gültigkeit des Gewerberechts mit der Bezirkshauptmannschaft. Wer Personen gegen Entgelt transportiert, braucht in der Regel eine Konzession (Kraftfahrlinienkonzession oder Taxi- bzw. Mietwagenkonzession). Für die Klärung der gewerberechtlichen Situation wurden auch Mustervereinsstatuten von der Niederösterreichischen Energie- und Umweltagentur ausgearbeitet und zur Verfügung gestellt. Eine Kooperation mit Taxiunternehmen und der Fahrschulen wird empfohlen: einerseits um wirtschaftliche Konkurrenzverhältnisse abzuschwächen, andererseits um das Fahrverhalten der FahrerInnen zu prüfen. Als wichtigster Erfolgsfaktor werden genügend motivierte FahrerInnen genannt. Mindestens 20 bis 30 Personen sollten hier zur Verfügung stehen. In einem weiteren Schritt sind die Betriebszeiten mit den entsprechenden Fahrschichten festzulegen. Befördert werden beim Fahrtendienst nur offiziell gelistete Vereinsmitglieder. Die Vereinsmitglieder bezahlen einen Mitgliedsbeitrag pro Monat oder pro Jahr. Meist wird dabei eine Unterscheidung zwischen ordentlichen fahrenden und außerordentlichen (mitfahrenden) Mitgliedern vorgenommen. Die Mitgliedsbeiträge können einerseits pauschal verrechnet werden, andererseits besteht zusätzlich auch die Möglichkeit, Einzelfahrtkosten abzurechnen. Organisiert wird dies über ein Buchungs-, Abrechnungs- und Administrationstool wie beispielsweise Emilio, Tullnerbacher etc. Unter bestimmten Bedingungen werden auch Fördermittel über das niederösterreichische Nahverkehrsfinanzierungsprogramm bereitgestellt (Komarek 2019).

Der Fahrtendienst wird oftmals in Kombination mit E-Car-Sharing angewandt. In Niederösterreich waren im Jahr 2019 rund 25 gemeinnützige Fahrtendienste registriert, vor allem im ländlichen Raum (Komarek 2019). Die niederösterreichische Energie- und Umweltagentur unterstützt die Projekte zum E-Fahrtendienst vor allem in der Startphase mit einer Grobkalkulation und Umsetzungsberatung sowie einer Abendveranstaltung zur Bewerbung der Aktion und stellt Vereinsstatuten sowie ein Kommunikationspaket für die BürgerInnen zur Verfügung.

Da gemeinnützige Fahrtendienste als Vereine organisiert werden, benötigt die Gründung eines solchen Vereins hohes Engagement auf lokaler Ebene sowie persönliche Kontakte zu potentiellen FahrerInnen. Eine befragte Person, die selbst einen Fahrtendienst initiiert hat und in der Kommunalpolitik tätig ist, beschreibt den Gründungsprozess folgendermaßen:

*„Es war ein sehr anstrengender Prozess, ich bin tagelang nur herumgefahren und habe in Kaffeehäusern nach interessierten Personen gesucht. Ich habe die Leute dort einfach angesprochen und habe 25 Mitglieder gefunden, die fix mitmachen werden. Der persönliche Kontakt war dabei sehr wichtig, dann hat sich das herumgesprochen“ (Interview C).*

Der Prozess beruht demnach stark auf sozialen Netzwerken und der persönlichen Kontaktaufnahme. Eine zentrale Ansprechperson ist vor allem in der Gründungsphase wichtig. Dabei ist auch zu klären, welche Personengruppen für das Projekt angesprochen werden können: Einige der Interviewten nennen als zentrale Zielgruppe jüngere PensionistInnen, aber auch junge Familien, die sich in einem neuen Umfeld engagieren und Kontakte knüpfen möchten. So beschreibt eine befragte Person der Kommunalpolitik, die selbst einen Fahrtendienst initiiert hat, den Ausgangspunkt des Fahrtendienstes wie folgt:

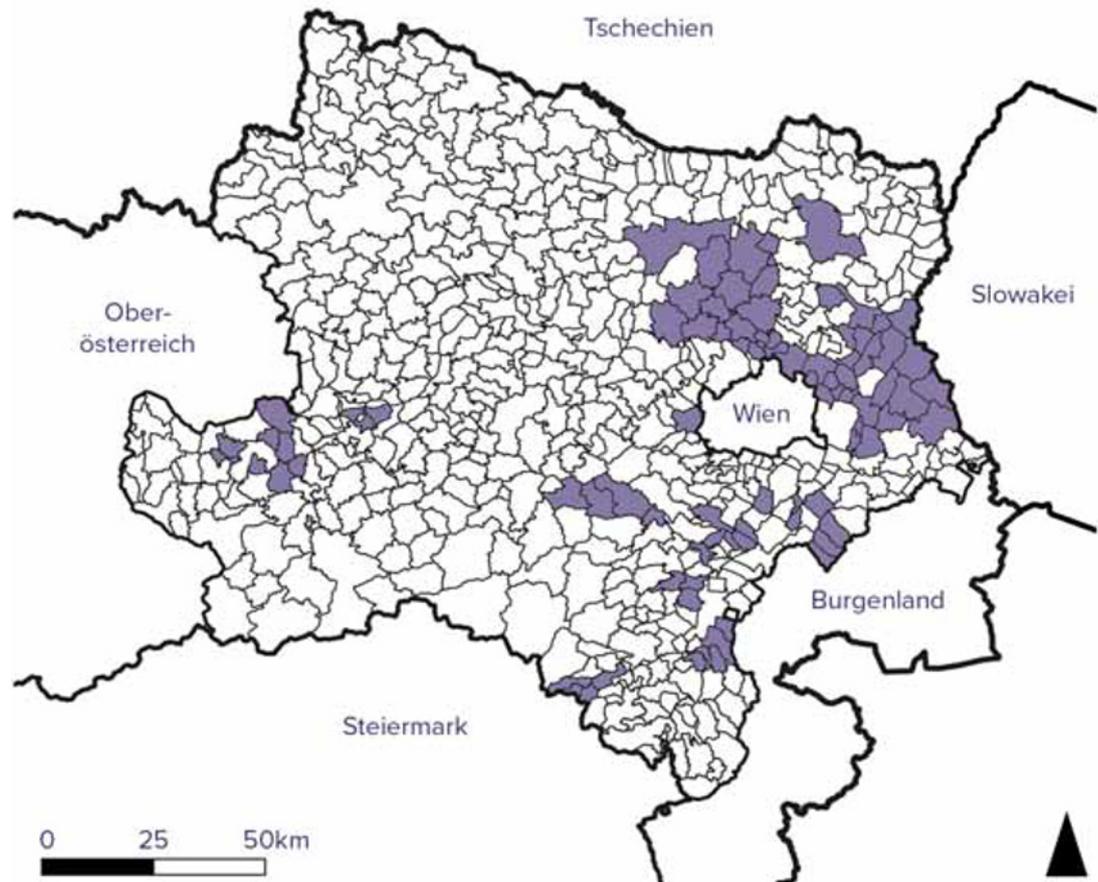
*„Wir haben in unserer Gemeinde viele Neuzuzügler, das heißt junge Familien, die nach der Ausbildung etwa zurück aufs Land ziehen möchten. Dabei haben wir hier [eine Stadtumland-Gemeinde von Wien] eine extrem gute Lage. Von unserer Gemeinde aus erreicht man Wien in 30 Minuten, ebenso St. Pölten. Das heißt aber auch, dass viele, die in unsere Gemeinde ziehen, kaum eine größere Verwandtschaft in der Gemeinde haben. Wir haben mit dem Anrufsammeltaxi begonnen, aber das ist dann in Wirklichkeit kaum angenommen geworden. Wir haben dann ein Brainstorming gestartet und haben die Idee zu freiwilligen Fahrtendiensten entwickelt, mit E-Autos natürlich und basierend auf freiwilligen Fahrern“ (Interview F).*

Viele im Rahmen dieser Untersuchung befragte Personen beschreiben in den Gesprächen immer wieder Rückschläge. Nicht immer funktioniert die Umsetzung von neuen Mobilitätsdienstleistungen auf Anhieb. Während die Umsetzung eines Anrufsammeltaxis gemäß Interview F vorerst nicht erfolgreich war, war der Fahrtendienst aufgrund der spezifischen sozialen Gruppe vor Ort und deren Bedürfnisse erfolgreicher. Da viele Personen kaum eine größere Verwandtschaft in der Gemeinde haben, sei die Bereitschaft für ehrenamtliches Engagement und Vereinstätigkeiten groß. Ein Fahrtendienst erfüllt nicht nur die Funktion der physischen Fortbewegung, sondern stärkt auch die Gemeinschaft unter den Mitgliedern. Die sozialen Kontakte im Verein des Fahrtendienstes erfüllen damit auch eine wichtige soziale Funktion. Dies wird von mehreren befragten Personen hervorgehoben:

*„Wie ich schon erwähnt habe, ist die soziale Funktion des Ganzen wichtig. Eben weil es so herausfordernd ist, sehen es viele ältere Fahrer auch als Möglichkeit, im Alter fit zu bleiben, weil man viel Denken muss und es wichtig ist, im Alter noch eine Aufgabe zu haben“ (Interview F).*

„Die Zielgruppe, die überwiegend fährt, sind jüngere Senioren, die treffen sich auch dann, um das Auto instandzuhalten, zu putzen etc. Und die Fahrer sagen mir alle, dass sie das sehr erfüllt, von daher ist es bei uns auch so ein kleines Sozialprojekt“ (Interview H).

**Abbildung 5:** Anrufsammeltaxis in Niederösterreich



Quelle: eigene Darstellung nach Wels-Hiller (2019)

Die Betätigung in einem gemeinnützigen Fahrtendienst wird vor allem von älteren Personen als erfüllend beschrieben. Das Marketing bzw. auch das Framing des Fahrtendienstes spielt eine entscheidende Rolle. Bei einigen Fahrtendiensten wird nicht nur der geleistete Beitrag zu nachhaltiger Mobilität betont, sondern beispielsweise auch ökonomische Vorteile. Dabei nennt eine Person, dass es gerade dieses umfassende, breite Framing für den Erfolg des Fahrtendienstes braucht (Interview F). Auch der Wunsch nach medialer Aufmerksamkeit der Lokalpolitik spielt bei der Umsetzung des Fahrtendienstes eine wesentliche Rolle. Die GemeindevertreterInnen, aber auch die Vereinsvorstände rühmen sich mit solchen Mobilitätslösungen und werden aufgrund des hohen Innovationsgehalts von übergeordneten politischen Ebenen mit Preisen ausgezeichnet. Diese mediale Aufmerksamkeit wird in einem Interview folgendermaßen beschrieben:

„Wichtig ist auch, dass der Bürgermeister dabei ist, weil es dann in den Niederösterreichischen Nachrichten steht. Dadurch gewinnt man schon

*viele Nutzer, die auch was Gutes machen wollen und viele, die nachziehen“ (Interview F).*

Um eine größere Verbreitung und Bewerbung sowie Unterstützung des Projekts in der Bevölkerung zu erreichen, sollten gemäß mehreren befragten Personen die GemeindevertreterInnen im Verein vertreten sein. Oftmals ist auch der oder die BürgermeisterIn Obmann oder Obfrau des Vereins, was in der Öffentlichkeit als Signal positiv und verstärkend wirken kann. Des Weiteren spielt die Bewerbung in den regionalen oder lokalen Printmedien eine wichtige Rolle für die Ausweitung der Mitgliederanzahl.

Der Fahrtendienst richtet sich nach Auswertung der Befragung überwiegend auf eine Abkehr vom Zweitauto im Haushalt und die Integration von mobilitätseingeschränkten Personengruppen. Eine umfassende Transformation der hegemonialen Automobilität wird jedoch nicht unmittelbar angestrebt. Der Fahrtendienst spricht eine gewisse Bevölkerungsgruppe (überwiegend jüngere SeniorInnen) an, die als FahrerInnen zur Verfügung stehen. Befördert werden nur gelistete Vereinsmitglieder. Damit bleibt der Fahrtendienst eine sehr partikulare Praxis. Gleichzeitig wird jedoch das gesellschaftliche Interesse aus der Bevölkerung als höher eingeschätzt als beim E-Car-Sharing. Umfassende Forderungen in Bezug auf eine weitreichende Veränderung der automobilen Hegemonie finden sich jedoch vorerst kaum im Zusammenhang mit diesen Projekten.

## 4.3 ANRUFSSAMMELTAXIS

Das dritte Modell, das im Zuge dieser Analyse näher beleuchtet wird, sind Anrufsammeltaxis. Anrufsammeltaxis sowie Mikro-ÖV-Systeme im Allgemeinen dienen als Ergänzung zum öffentlichen Verkehr. Sie sollen die Flächenversorgung außerhalb des Regelverkehrs (in Ballungsräumen und frequenzstarken Regionen sowie zu Hauptverkehrszeiten) ergänzen. In frequenzschwachen Regionen und zu Schwachlastzeiten ist eine kostendeckende Bereitstellung einer Grundversorgung im öffentlichen Verkehr kaum möglich, weswegen kleinregionale, bedarfs-gesteuerte Mobilitätsangebote ergänzend eingesetzt werden können.

Bei Anrufsammeltaxis werden Fahrten von Taxi- oder Mietwagenunternehmen abgewickelt. Die Fahrten können nach festgelegten Abfahrtszeiten telefonisch bestellt werden. Für die Abholung werden definierte Sammelstellen eingerichtet. Eine spezifische Linienkonzession wie im öffentlichen Verkehr ist nicht notwendig. Von der Sammelstelle können die Personen direkt zu einer konkreten Zielhaltestelle befördert werden. Der Fahrgast zahlt den regulären Tarif für den öffentlichen Verkehr mit einem Komfortzuschlag. Es erfolgt keine Beschränkung auf bestimmte Linien innerhalb des Einsatzgebiets (Gausterer 2019).

Die Vorteile des Anrufsammeltaxis sind die Bereitstellung eines wirtschaftlicheren öffentlichen Verkehrs in der Region sowie die Ergänzung zum Linienverkehr in Zeiten schwacher Nachfrage. Aufgrund der räumlichen Ungebundenheit können nicht nur spezifische Haltestellen bedient werden, sondern auch ganze Gebiete, wodurch zielgruppenspezifische Angebote geschaffen werden können. Als Nachteile werden die notwendige telefonische Voranmeldung sowie die etwas höheren Fahrpreise genannt.

Die Planung eines Anrufsammeltaxis erfordert die Definition der Zielgruppe, der Bedienzeiten sowie des Bedienegebietes. Die konkrete Planung erfolgt in Abstimmung mit der Gemeinde und dem Verkehrsverbund. Die Gemeinde ermittelt dann die Kosten für den Einsatz von lokalen Taxiunternehmen und bereitet die Verträge vor. Oftmals wird mit einer Betreiberplattform kooperiert (bspw. das Unternehmen ISTmobil). Eine Ko-Finanzierung zwischen Bund, Land und Gemeinden kann beispielsweise über das niederösterreichische Nahverkehrsfinanzie-

rungsprogramm beantragt werden (Land Niederösterreich 2020). Bei Anrufsammeltaxis ist ein weiterer Vorteil, dass sie im Vergleich zum Fahrtendienst in keinem rechtlichen Graubereich liegen. Fahrten können auch über die Gemeindegrenze hinausgehen, sofern dies vertraglich geregelt ist. Im Weiteren ist die Mobilitätsdienstleistung nicht vom Engagement von freiwilligen FahrerInnen im Ehrenamt abhängig und keine Vereinsgründung erforderlich (Gausterer 2019). Im Vergleich zum freiwilligen Fahrtendienst können daher alle Personen befördert werden und nicht nur jene, die Mitglied in einem Verein sind.

Für eine erfolgreiche Umsetzung eines solchen Verkehrsangebots werden in den Interviews eine gezielte Steuerung und ein starkes Marketing betont. Anrufsammeltaxis sind rechtlich eindeutiger geregelt als Fahrtendienste und entstehen meist in Kooperation mit lokalen Taxi- und Busunternehmen. Der Umsetzungsprozess wird als sehr zeitintensiv und anstrengend beschrieben:

*„Der Prozess dahin war sehr langwierig und hat sehr viel Geduld und sehr viele Sitzungen gefordert. Ich sehe den Prozess auch noch nicht als abgeschlossen, weil es immer wieder Verbesserungen erfordert und wir das Konzept laufend verbessern“ (Interview I).*

Die Anrufsammeltaxis operieren an bestimmten Haltepunkten und auf bestimmten Strecken. Dabei wird auch die Konkurrenz zum öffentlichen Verkehr strategisch vermieden und nicht alle Haltepunkte angefahren. Eine befragte Person beschreibt den spezifischen Einsatzbereich des Anrufsammeltaxis folgendermaßen:

*„Wir haben jetzt 634 Haltepunkte, die teilweise auch in umliegenden Gemeinden liegen, weil es so mehr Sinn macht. Wir fahren eben immer nur von Haltepunkt zu Haltepunkt und wollen keine Konkurrenz zum öffentlichen Verkehr darstellen, also haben wir es auch sehr stark auf die Zubringerfunktion zum ÖV konzipiert“ (Interview I).*

Die Umsetzung von Anrufsammeltaxis erfordert einen langfristigen Prozess, in dem die Haltepunkte immer wieder neu ausgehandelt werden müssen. Die Umsetzung und der Betrieb eines solchen Systems ist mit hohen Kosten für die Gemeinden verbunden<sup>7</sup> und benötigt auch viel an rechtlicher, organisatorischer und finanzieller Unterstützung von übergeordneten politischen-planerischen Ebenen. Das Anrufsammeltaxi operiert grundsätzlich zwischen verschiedenen festgelegten Haltepunkten. Damit das Ziel der Integration von mobilitätseingeschränkten Personen erreicht werden kann, werden jedoch bestimmte Ausnahmeregelungen in Betracht gezogen:

*„Wir fahren grundsätzlich nicht von Haus zu Haus, mobilitätseingeschränkte Personen können jedoch auch eine Hausabholung beantragen, die dann aber offiziell registriert werden muss“ (Interview I).*

Das Anrufsammeltaxi werde jedoch bei entsprechendem Angebot und ausreichender Bewerbung auch gut genutzt (Interview I). Inwiefern es auch Menschen zum Umsteigen auf den öffentlichen Verkehr motiviert, kann bislang nicht im Detail abgeschätzt werden. Die eingeschränkten Nutzungsmöglichkeiten aufgrund von vordefinierten Haltepunkten und Linien stellen jedoch im Vergleich zum eigenen Auto oder zu Fahrtendiensten einen deutlichen Nachteil dar.

---

7 Die anfallenden Kosten für die Gemeinden werden meist proportional zur EinwohnerInnenzahl verrechnet.

## 5. HEGEMONIALE VERSCHIEBUNGEN MIT NEUEN MOBILITÄTSDIENSTLEISTUNGEN

Neue Mobilitätsdienstleistungen stellen eine kongruente, aber oft sehr partikulare Lösung (hinsichtlich der Zielgruppe, der Bedienzeiten und Bedienegebiete) dar, die sich in den bestehenden Diskurs zur Verkehrswende einfügt. Die Innovationen finden überwiegend innerhalb des „Systems der Automobilität“ statt und stellen dieses nicht infrage, im Gegenteil: Sie versuchen die Automobilität über neue zusätzlich verfügbare Dienstleistungen neu zu definieren (nachhaltig, sozial integrativ) und damit neu zu stabilisieren. In vielen Fällen fehlen auch eine allgemeine Forderung zur Abkehr von der Automobilität sowie die gesellschaftliche Zustimmung zur weiten Verbreitung solcher Mobilitätsdienstleistungen. Daher basieren neue Mobilitätsdienstleistungen weniger auf einer aktiven Zustimmung, sondern werden vielmehr passiv geduldet und differenzieren das bestehende Mobilitätssystem aus.

Bei der Umsetzung von neuen Mobilitätsdienstleistungen werden einige Spannungsfelder deutlich. Dazu zählen beispielsweise neue wirtschaftliche Konkurrenzverhältnisse zwischen etablierten Unternehmen und neuen Mobilitätsanbietern, die bei staatlichen Interventionen strategisch vermieden werden. Durch die Absicherung von traditionellen Sektoren wie dem Taxigewerbe sowie dem öffentlichen Verkehr entstehen neue Spannungen bei der Durchsetzung von neuen Mobilitätsdienstleistungen. Ebenso problematisiert werden kann die hohe Partikularität der neuen Mobilitätsangebote, die höchst unterschiedlich organisiert sind und bislang kaum in eine übergeordnete Plattform integriert werden konnten.

Deutlich wird, dass die Projekte zu neuen Mobilitätsdienstleistungen die dominante Automobilität grundsätzlich nicht infrage stellen. Vielmehr schaffen sie ein zusätzliches Mobilitätsangebot, das im besten Falle das Zweit- oder Drittauto ablösen könnte und Menschen ohne Führerschein oder eigenem Auto mittels Auto mobilisieren kann. Neue Mobilitätsdienstleistungen sind auch oftmals noch nicht im Denken und Handeln der Menschen verankert, sondern werden durch öffentliche Interventionen im Wettbewerb um Innovation hervorgebracht. Damit können jene Mobilitätsdienstleistungen zwar als politische, jedoch nicht als hegemoniale Projekte im Sinne der Verkehrswende bezeichnet werden. Dazu fehlt das konkrete Ziel, die Reichweite und Bestimmtheit des Deutungs- und Geltungsanspruchs von neuen Mobilitätsdienstleistungen zu universalisieren und damit eine Loslösung von der hohen Abhängigkeit der gegenwärtigen Automobilität für eine breite Bevölkerungsgruppe zu bezwecken. Antagonistische Stimmen, die umfassendere Forderungen stellen und beispielsweise von spezifischen Bürgerinitiativen hervorgerichtet werden (bspw. die vernetzende Bürgerinitiative Verkehrswende Niederösterreich oder auch die Radlobby Niederösterreich), werden ins diskursive „Außen“ verschoben. Die Verkehrswende stabilisiert damit in gewissem Maße die Automobilität, wenngleich sich die Verkehrsmodi zunehmend ausdifferenzieren.

Dennoch können mit neuen Mobilitätsdienstleistungen jederzeit hegemoniale Verschiebungen stattfinden. Die Problematisierung der Automobilität im Zuge der Diskussion zur Verkehrswende eröffnet die Möglichkeit, universellere Forderungen zum Wandel der Automobilität hervorzubringen und neue Gegenprojekte dauerhaft zu fixieren und auszuweiten. Die Notwendigkeit einer Verkehrswende wird letztlich kaum mehr negiert – kritische Stimmen beanstanden nur das Wie und weniger das Ob. Die relativ stabile Automobilität ist somit keineswegs starr, sondern kann nur als diskursiv-dynamisches Phänomen dauerhaft ihre Vorherrschaft sichern. Im abschließenden Teil des Beitrags werden die potentiellen Konsequenzen dieser Erkenntnisse für den automatisierten und vernetzten Verkehr erörtert.

## 6. ABLEITUNGEN FÜR DEN AUTOMATISIERTEN UND VERNETZTEN VERKEHR

Die Studie *AVENUE21. Automatisierter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa* hat gezeigt, dass die räumlichen und gesellschaftlichen Wirkungen von automatisiertem und vernetztem Verkehr sehr ambivalent beurteilt werden sollten und stark von der jeweiligen politisch-planerischen Steuerung (Szenario) abhängig sein werden (Mitteregger et al. 2020: 101–144). Mit dem automatisierten Fahren werden unterschiedliche Hoffnungen und Erwartungen verbunden (siehe ausführlicher in Beitrag 19 von Dangschat in diesem Band). In der Studie *AVENUE21* wurde zudem ein umfassender Überblick zu den positiven und skeptischen Erwartungen im Hinblick auf den automatisierten Verkehr gegeben (ebd.: 33–45). Die positiv hervorgehobenen Aspekte sind vor allem der Rückgang der Unfallzahlen, die effiziente Steuerung der Verkehrsflüsse, eine bessere Regulierung der Geschwindigkeit und der Parkplatzsuche, die Reduktion des Energieverbrauchs und der Rückgang des Fahrzeugbestandes (und daher die Rückgewinnung von Straßenraum), die Stärkung von Intermodalität, die soziale Inklusion von mobilitäts eingeschränkten Gruppen, ein stressfreies Fahren und die Nutzung der Fahrzeit für andere Tätigkeiten. Große Skepsis herrscht jedoch in Bezug auf die erwartete Verringerung des Verkehrsaufkommens und die Dekarbonisierung, denn vor allem aufgrund der neuen Bequemlichkeiten und der zunehmenden Attraktivität von peripheren Wohnstandorten, der potentiellen Erhöhung des Verkehrsaufkommens durch Leerfahrten sowie der Inklusion von neuen NutzerInnen, die bislang nicht mit dem Auto unterwegs sein konnten, ist diese Annahme anzuzweifeln (Dangschat 2019). Zudem können die Wirkungen des automatisierten Fahrens die Ziele einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung (kompakte Stadt, Stadt der kurzen Wege, Mobilität im Umweltverbund) konterkarieren. Viele der positiven Annahmen werden erst bei einem hohen Durchdringungsgrad mit automatisierten Fahrzeugen wirksam und sind vor allem in der langen Phase des Mischverkehrs kritisch zu sehen (Mitteregger et al. 2020).

Wenn die positiven Erwartungen an die Technologie hinsichtlich der ökologischen und sozial-integrativen Forderungen in Erfüllung gehen sollen, dann sind die synergetischen Effekte der Automatisierung, Elektromobilität und des Sharing zu nutzen (ebd. 2020). Während sich Tests zum automatisierten Fahren derzeit überwiegend noch in kontrollierten Testumgebungen finden, bestehen die analysierten Mobilitätsangebote bereits seit längerer Zeit. Die analysierten Projekte verknüpfen teilweise bereits Elektromobilität und Sharing und könnten künftig auch automatisiert werden. Diese Erkenntnisse und Rückschlüsse, die sich aus gegenwärtigen Projekten der Verkehrswende ziehen lassen, können gerade deswegen hilfreich sein, weil die räumlichen, ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Wirkungen des automatisierten Fahrens hoch unsicher sind (ebd.). Aufgrund dieser allgemeinen Unsicherheit um die Automatisierung werden hier drei Aspekte aus der empirischen Fallanalyse abgeleitet und in Bezug auf den automatisierten und vernetzten Verkehr reflektiert:

- Die Durchsetzung von neuen Mobilitätsdienstleistungen im ländlichen und suburbanen Raum erfolgt derzeit sehr partikular (hinsichtlich der Zielgruppen, Bedienzeiten und Bediengebiete) und steht nicht immer in Verbindung mit umfassenden, allgemeinen Forderungen zur Transformation der Automobilität entsprechend einer gesamtheitlichen Verkehrswende. Automatisierte Fahrzeuge und Mobilitätsangebote könnten sich dementsprechend auf ähnliche Weise in diese partikularen Strukturen einfügen, ohne jedoch die Forderung einer Verkehrswende zu politisieren. Zudem ist der Charakter der Verkehrswende sehr bedeutungslos und kann innere Spannungen hervorbringen. Wenn Projekte zu neuen Mobilitätsdienstleistungen im Sinne einer umfassenden Verkehrswende

eingesetzt werden sollen, dann müssten diese viel stärker das gegenwärtige automobiler System infrage stellen. Erst dadurch könnten die Projekte zu neuen Mobilitätsdienstleistungen hegemonial werden und die hohe Abhängigkeit und Probleme des privaten Pkw-Verkehrs lösen. Wenn also neue automatisierte und vernetzte Verkehrsangebote im Sinne einer Verknüpfung von Elektromobilität, Sharing und Automatisierung eine weitreichende Durchsetzung erfahren sollen, müssten diese ebenso mit einer umfassenden Forderung zur Transformation der gegenwärtigen Automobilität in Verbindung gebracht werden und gesellschaftliche Zustimmung erfahren.

- Die gegenwärtigen Projekte zu neuen Mobilitätsdienstleistungen sind höchst unterschiedlich organisiert und strukturiert – sie gründen auf einem starken lokalen Engagement, komplexen Abstimmungsprozessen zwischen verschiedenen AkteurInnen und verzeichnen unterschiedliche Betriebsformen, Modelle oder Zielgruppen. Die Zusammenführung dieser differentiellen Projekte hin zu einem gemeinsamen hegemonialen Projekt der Verkehrswende stellt ebenso eine große Herausforderung dar wie eine umfassende Integration der Angebote im Sinne von Mobility as a Service. Die Durchsetzung des automatisierten und vernetzten Verkehrs wird daher entsprechend der heutigen Projekte umkämpft sein und zahlreiche Abstimmungen bzw. Aushandlungen erfordern. Es kann somit von keinem linearen, konfliktfreien oder hoheitlich gesteuerten Wandel ausgegangen werden. Ein Wandel im Sinne der Verkehrswende benötigt entsprechend der hegemonietheoretischen Perspektive vielmehr die Zustimmung der Bevölkerung. Der Bevölkerung muss dabei auch Gestaltungsmacht zugesprochen werden.
- Eine Durchsetzung von kollektiven, geteilten oder öffentlichen Verkehrsangeboten erfordert zudem einen breiteren Wertewandel. Dieser Wertewandel kann über Erfahrungen mit den neuen Mobilitätslösungen angestoßen werden: Fahrdienste, Anrufsammeltaxis, Car-Sharing, aber auch Testumgebungen zum automatisierten und vernetzten Fahren können die Vorteile von diesen Systemen im Vergleich zur gegenwärtigen Automobilität (Kosten, Instandhaltung, Platzverbrauch, Emissionen etc.) erfahrbar machen und einen Wertewandel begünstigen. Diesbezüglich können die heutigen Projekte zu neuen Mobilitätsdienstleistungen auch antagonistische Kräfte zur hegemonialen Automobilität stärken. Während jedoch die sozialen Funktionen von gemeinnützigen Fahrdiensten mit der Automatisierung potentiell eher entfallen, können Kostenvorteile für Anrufsammeltaxis aufgrund des Wegfalls von Betriebskosten tendenziell eher erreicht werden. Stationsbasiertes Car-Sharing könnte zunehmend auch stationsungebunden und automatisiert funktionieren. Wenn durch die Automatisierung in bestimmten Umgebungen keine Fahrzeuglenkung mehr notwendig ist, dann kann Car-Sharing auch zunehmend mit Taxissystemen oder Fahrdiensten konvergieren. Eine Automatisierung und Vernetzung des Verkehrs kann damit auf diesen Wertewandel hin zur breiten Akzeptanz von geteilten Verkehrsangeboten, u. a. auch aufgrund der allgemeinen Faszination um technologische Neuerungen, positiv wirken.

## LITERATUR

- Beck, S., und W. Plöger 2008. „Lebensstile und Mobilität“, in *Stadtentwicklung. Lebensstile und Mobilität*. Bundesverband für Wohnen und Stadtentwicklung, vhw FW 1, 48–51. <https://tinyurl.com/y82e6zmn> (23.4.2020).
- BMNT (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus) 2019. „Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplanes für Österreich. Periode 2021–2030“, 18.12.2019. Wien.

- BMNT (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus) und BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) 2018. „Mission 2030 – Die österreichische Klima- und Energiestrategie“. [www.mission2030.bmnt.gv.at](http://www.mission2030.bmnt.gv.at) (2.4.2019).
- BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) 2018. „Aktionspaket automatisierte Mobilität 2019–2022“. Wien. <https://mobilitaetderzukunft.at/resources/pdf/broschueren/aktionspakete-automatisierte-mobilitaet-2019.pdf> (23.4.2020).
- Brunnengräber, A. und Haas, T. 2020. *Baustelle Elektromobilität. Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität*. Berlin: Transkript.
- Dangschat, J. S. 2017. „Wie bewegen sich die (Im-)Mobilen? Ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Mobilitätsgenese“, in *Verkehr und Mobilität zwischen Alltagspraxis und Planungstheorie. Ökologische und soziale Perspektiven*, hg. v. M. Wilde, M. Gather, C. Neiberger und J. Scheiner. Wiesbaden: Springer VS, 25–52.
- Dangschat, J. S. 2019. „Automatisierte und vernetzte Fahrzeuge – Trojanische Pferde der Digitalisierung?“, in *Infrastruktur und Mobilität in Zeiten des Klimawandels, Jahrbuch Raumplanung Band 6*, hg. v. M. Berger, J. Forster, M. Getzner und P. Hirschler (Hrsg.). Wien: Neuer Wissenschaftlicher Verlag, 11–28.
- Danninger, O. 2019. „Dekarbonisierung der Mobilität in NÖ“, Vortrag im Rahmen der 5. Fachtagung „e-mobil in niederösterreich“ in St. Pölten. [www.ecoplus.at/media/14895/1\\_danninger\\_dekarbonisierung.pdf](http://www.ecoplus.at/media/14895/1_danninger_dekarbonisierung.pdf) (30.1.2020).
- eNu (Energie- und Umweltagentur des Landes NÖ) 2019. „Projekte in Niederösterreich“, [www.umwelt-gemeinde.at/e-carsharing-in-niederosterreich](http://www.umwelt-gemeinde.at/e-carsharing-in-niederosterreich) (31.1.2020).
- Gausterer, F. 2019. „Projektentwicklung und Empfehlungen für Trägerorganisationen“, Vortrag im Rahmen des Seminars „E-Fahrtendienst in NÖ“ der eNu (Energie- und Umweltagentur des Landes NÖ), 6.11.2019, Pölten.
- Geels, F. W. 2012. „A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies“, in *Journal of Transport Geography* 24, 471–482.
- Glasze, G. 2008. „Vorschläge zur Operationalisierung der Diskurstheorie von Laclau und Mouffe in einer Triangulation von lexikometrischen und interpretativen Methoden“, in *Historical Social Research* (33) 1, 185–223.
- Hagemann, I. 2016. „Das gegenhegemoniale Moment der Demokratie. Gegenhegemoniale Projekte und demokratische Demokratie am Fallbeispiel der grünen Bewegung“, Dissertation, Universität Duisburg-Essen.
- Kemp, R., F. W. Geels und G. Dudley 2012. „Introduction“, in *Automobility in Transition? A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*, hg. v. F. W. Geels, R. Kemp, G. Dudley und G. Lyons. New York/London: Routledge, 3–28.
- Komarek, M. 2019. „e-Mobilität & e-Fahrtendienst in NÖ“, Vortrag im Rahmen des Seminars „E-Fahrtendienst in NÖ“ der eNu (Energie- und Umweltagentur des Landes NÖ), 6.11.2019, St. Pölten.
- Laclau, E. 1990. *New Reflections on the revolution of our time*. London: Verso.
- Laclau, E. 2002. „Was haben leere Signifikanten mit Politik zu tun?“, in *Emanzipation und Differenz*, hg. v. E. Laclau. Wien: Turia & Kant, 65–78.
- Laclau, E. und C. Mouffe 2000. *Hegemonie und radikale Demokratie. Zur Dekonstruktion des Marxismus*. Wien: Passagen.
- Land Niederösterreich 2020. „NÖ Nahverkehrsfinanzierungsprogramm (NÖ NVFP)“, [http://www.noe.gv.at/noe/OeffentlicherVerkehr/Foerd\\_NOE\\_NVFP.html](http://www.noe.gv.at/noe/OeffentlicherVerkehr/Foerd_NOE_NVFP.html) (1.2.2020).
- Loorbach, D., N. Frantzekaki und F. Avelino 2017. „Sustainability Transitions Research: Transforming Science and Practice for Societal Change“, in *Annual Review of Environment and Resources* (42) 1, 599–626.
- Manderscheid, K. 2014. „Formierung und Wandel hegemonialer Mobilitätsdispositive: Automobile Subjekte und urbane Nomaden“, in *Zeitschrift für Diskursforschung* 2/1, 5–31.
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuven und I. Banerjee 2020. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*. Berlin: Springer Vieweg.
- Nonhoff, M. 2006. *Politischer Diskurs und Hegemonie. Das Projekt „Soziale Marktwirtschaft“*. Bielefeld: transcript.

- Österreichischer Städtebund 2015. „Positionspapier des Städtebundes zum bundesweiten Handlungsbedarf im Bereich des städtischen/stadtregionalen ÖPNV“, 18.3.2015.
- Schwedes, Oliver 2011. „Statt einer Einleitung“, in *Verkehrspolitik. Eine interdisziplinäre Einführung*, hg. v. O. Schwedes. Wiesbaden: VS Verlag, 13–36.
- Statistik Austria 2020. „Pressemitteilung: 12.165-005/20. Pkw-Neuzulassungen“. [www.statistik.at/web\\_de/presse/122440.html](http://www.statistik.at/web_de/presse/122440.html) (15.1.2020).
- Urry, John 2004. „The ‚System‘ of Automobility“, in *Theory, Culture & Society* 21 (4/5), 25–39.
- VCÖ (Verkehrsclub Österreich) 2015. „Beim Autobesitz geht Schere zwischen Stadt und Land immer weiter auseinander“. [www.vcoe.at/presse/presseaussendungen/detail/vcoe-beim-autobesitz-geht-schere-zwischen-stadt-und-land-immer-weiter-auseinander](http://www.vcoe.at/presse/presseaussendungen/detail/vcoe-beim-autobesitz-geht-schere-zwischen-stadt-und-land-immer-weiter-auseinander) (26.3.2020).
- Vey, J. 2015. *Gegen-hegemoniale Perspektiven. Analyse linker Krisenproteste in Deutschland 2009/2010*. Hamburg: VSA. <https://tinyurl.com/ya5vz95f> (23.4.2020).
- Wels-Hiller, S. 2019. „NÖ Gemeindebus-Modell. Grundlagen und Fördermöglichkeiten.“ Vortrag im Rahmen des Seminars „E-Fahrtendienst in NÖ“ der eNu (Energie- und Umweltagentur des Landes NÖ), 6.11.2019, St. Pölten.
- Wullweber, J. 2012. „Konturen eines politischen Analyserahmens – Hegemonie, Diskurs und Antagonismus“, in *Diskurs und Hegemonie. Gesellschaftskritische Perspektiven*, hg. v. I. Dzudzek, C. Kunze und J. Wullweber. Bielefeld: transcript, 29–58.
- Wullweber, J. 2014. „Leere Signifikanten, hegemoniale Projekte und internationale Innovations- und Nanotechnologiepolitik“, in *Diskursforschung in den Internationalen Beziehungen*, hg. v. E. Herschinger und J. Renner. Baden-Baden: Nomos, 270–306.

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





# 19 Automatisierter und vernetzter Verkehr in der soziotechnischen Transformation?

Jens S. Dangschat

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>404</b>
<b>2.</b>	<b>Wandel der (modernen) Gesellschaft</b>	<b>406</b>
2.1	Der Übergang von der Ersten zur Zweiten Moderne	407
2.2	Bedeutung der (Auto-)Mobilität in modernen Gesellschaften	410
<b>3.</b>	<b>Der techniksoziologische Blickwinkel auf technologische und gesellschaftliche Transformationen</b>	<b>412</b>
3.1	Ansätze der Technikanwendung (Technikdeterminismus)	414
3.2	Ansätze der Technikherstellung	417
3.3	Integrierende Ansätze	420
<b>4.</b>	<b>Der Ansatz von Geels – und warum er zu kurz greift</b>	<b>424</b>
<b>5.</b>	<b>„Mobility transfers“ und „policy mobilities“: warum der Entstehungskontext und die Erzeugung von Bildern für eine kritische Analyse so wichtig sind</b>	<b>428</b>
<b>6.</b>	<b>Digitalisierung und Automatisierung als Treiber des soziotechnischen Wandels?</b>	<b>430</b>
	<b>Literatur</b>	<b>433</b>

---

Jens S. Dangschat  
TU Wien, Forschungsbereich Soziologie (ISRA)  
jens.dangschat@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_19)

*„[...] we live in a world that not just is changing, it is metamorphosing. Metamorphosis implies a much more radical transformation in which the old certainties of modern society are falling away and something quite new is emerging“ (Beck 2016: 3).*

## 1. EINLEITUNG

Die Entwicklung des automatisierten und vernetzten Verkehrs (avV) wird – neben Fragen der Ethik, des Rechts, der Sicherheit, der Finanzierung, des Umweltschutzes und der Klimaschutz – vor allem als eine technologische Herausforderung im Rahmen einer breiten und vielfältigen Digitalisierung diskutiert. Gesellschaftliche Auswirkungen oder gar die Einbettung der mit den Entwicklungen des avV verbundenen Techniken in die Gesellschaft spielen demgegenüber in der gegenwärtigen wissenschaftlichen Diskussion zum avV noch eine stark untergeordnete Rolle oder werden bisweilen als hoch unsicher dargestellt.

Dieser Mangel an sozialwissenschaftlichen Forschungen zum avV ist umso verwunderlicher, als die aktuellen gesellschaftlichen Veränderungen sehr stark mit Prozessen der Globalisierung, der Kosmopolitisierung, der Beschleunigung (vgl. Rosa 2005) sowie der Digitalisierung verbunden sind und angenommen werden kann, dass jene Prozesse den Einsatz automatisierter Fahrzeuge stark beeinflussen werden. Die Zukunft vorherzusagen, ist keine traditionelle Grundkompetenz der Soziologie, allerdings sollten anerkannte sozialwissenschaftliche Gegenwartsdiagnosen nicht ausgeblendet und im Bezug zum avV reflektiert werden. Spätestens seit Becks Veröffentlichung über die „Risikogesellschaft“ (Beck 1987) ist innerhalb der Sozialwissenschaften die Rede von der „Enttraditionalisierung der industriegesellschaftlichen Lebensformen“, der „Entstandardisierung der Erwerbsarbeit“ sowie der Individualisierung von Lebenslagen und Biografiemustern innerhalb der „reflexiven Moderne“ (vgl. auch das Konzept der „Liquid Modernity“ von Baumann 2000). Weyer geht in seiner Theorie der „Echtzeitgesellschaft“ davon aus, dass in der

*„[...] künftigen Gesellschaft [...] tradierte Konzepte nicht mehr greifen, weil die Grenzen der Planung und Handlung, von Autonomie und Kontrolle, aber auch von Steuerung und Selbststeuerung zunehmend verschwimmen“ (Weyer 2019: 11).*

Kesselring hat aus diesen Überlegungen – mit vielen Querverweisen auf Urrys „mobilities turn“ (vgl. Urry 2000, 2007, 2009; Sheller/Urry 2006, 2016) – das Konzept der „reflexiven Mobilitäten“ entwickelt (vgl. Bonß/Kesselring 2001; Kesselring 2008, 2020). Danach müsse Mobilität u. a. „[...] als ein inkonsistentes, widersprüchliches und ambivalentes Prinzip der Moderne verstanden werden“ (Kesselring 2020: 162), was in deutlichem Widerspruch zu den Vorstellungen der traditionellen Verkehrsplanung und -steuerung sowie den klassischen Technik- und Ingenieurwissenschaften steht, in denen Abweichungen von der Linearität rationaler Logik als Rebound-Effekt interpretiert werden (vgl. Santarius 2012). Mit dem Ansatz der „Zweiten Moderne“ resp. „reflexiven Moderne“ werden Aspekte wie Unsicherheit, Ambivalenz und Pluralität berücksichtigt, was für das menschliche Handeln neben der Rationalität relevant ist.

Ein wesentlicher Strang sozialwissenschaftlicher Theoriebildung und Forschung hat sich mit der Parallelität von technologischen, technischen und gesellschaftlichen Prozessen auseinandergesetzt. Saint-Simon (1814) führt beispielsweise die Überwindung der feudalen Gesellschaftsordnung auf das erstarkte Bürgertum zurück, das „sein Selbstbewusstsein auf ökonomische, technische und wissenschaftliche Erfolge gründet“ (Häußling 2014: 13). Die soziologische Fragestellung sei daher, „wie soziales Zusammenleben, gesellschaftliche Normen und Strukturen sowie sozialer Wandel durch die Einbindung von Technik funktionieren“ (ebd.: 13). Auch Marx (1867/1969) leitet die gesellschaftlichen Umbrüche wie die Neuformierung der Klassenstrukturen oder den soziokulturellen Wandel („Bewusstsein“) und neue Handlungsmuster u. a. von der Technisierung der Arbeitswelt ab. Schumpeter (1942) sieht als Treiber des Konjunkturzyklus das Wechselspiel zwischen unterschiedlich innovativen UnternehmerInnen an, in dessen Kontext der technisch-wirtschaftliche Fortschritt für den Erfolg von Produkten, Unternehmen und Volkswirtschaften zentral ist. Auf Schumpeters Begriff des „kreativen Zerstörers“ aufbauend, hat Christensen (1997) den Begriff der „disruptiven Technologie“ eingeführt.

Digitalisierung und die darin eingebettete Automatisierung und Vernetzung des Verkehrs werden meist von international tätigen großen Beratungsunternehmen als ein „disruptiver technologischer Wandel“ eingeordnet (vgl. auch Jonuschat et al. 2016). Wenn aber die Veränderungen, die mit den teils noch zu entwickelnden Technologien und insbesondere den vielfältigen Anwendungen einhergehen, so fundamental sind, dann ist es unerlässlich, diese Entwicklungen in ihrer gesellschaftlichen Bedeutung zu analysieren. Aber gerade in den Perioden stärkerer gesellschaftlicher Veränderungen liefern sozialwissenschaftliche Analysen unterschiedliche Deutungen. Um politisch-planerische, aber auch unternehmerische Entscheidungen zu treffen, die am Gemeinwohl, an unternehmerischer Stabilität und an einer nachhaltigen Entwicklung orientiert sind, ist es notwendig, den Aufbau, die Differenzierung und die Dynamik der aktuellen Gesellschaften zu erkennen.<sup>1</sup>

Das setzt im ersten Schritt voraus, sich über das Ausmaß und die Dynamik des gesellschaftlichen Wandels zu verständigen. Das impliziert, die wesentlichen Treiber gesellschaftlicher Veränderungen zu berücksichtigen und deren Einflüsse zu bewerten (siehe Abschnitt 2). Wie sich die Soziologie mit dem Einfluss technologischer und technischer Entwicklung befasst hat, wird in Abschnitt 3 gezeigt. Der in der Wissenschaft breit diskutierte Ansatz von Frank W. Geels (2004), die Makro-Meso-Mikro-Verknüpfung soziotechnischer Innovationen zu analysieren, wird in Abschnitt 4 kritisch eingeordnet. Im Anschluss daran wird argumentiert, wie notwendig es ist, die politische Erzeugung von Vorstellungen über den technischen Fortschritt im Allgemeinen und die Automatisierung und Vernetzung des Verkehrs im Besonderen kritisch zu analysieren (siehe Abschnitt 5). Abschließend wird ein Ausblick auf die „digitale Moderne“ (vgl. Canzler/Knie 2016) gerichtet und betrachtet, welche Rolle der avV bei deren Neufiguration spielen wird (siehe Abschnitt 6).

---

1 Politik und öffentliche Verwaltungen stützen sich bei ihrer Analyse der Gesellschaft vor allem auf die amtliche Statistik. Diese liefert jedoch hinsichtlich der Ausdifferenzierung der Gesellschaft eine völlig unzureichende Datenlage, weil die wichtige soziokulturelle Dimension völlig fehlt und die sozioökonomische nur oberflächlich abgebildet wird. Dieser „Blindflug“ ist nicht nur aufgrund mangelnder Differenziertheit problematisch, sondern er trägt auch dazu bei, dass weiterhin in den veralteten Kategorien der „Ersten Moderne“ gedacht und gehandelt wird (vgl. Dangschat 2015). Zudem ist eine Wissenschaft, die auf diesen Daten und ihrer Verräumlichung in administrativen Einheiten angewiesen ist, deutlich benachteiligt, was sich letztlich negativ auf die sozialwissenschaftliche Expertise in der Politik-, Planungs- und Unternehmensberatung auswirkt.

## 2. WANDEL DER (MODERNEN) GESELLSCHAFT

*„Um die gesellschaftliche Sprengkraft der digitalen Transformation zu erfassen, ist es sinnvoll, in größeren gesellschaftlichen Zusammenhängen zu denken“ (Weyer 2019: 10).*

Es besteht innerhalb der Sozialwissenschaften kein Zweifel darüber, dass sich zumindest moderne Gesellschaften und jene der wirtschaftlichen Schwellenländer aktuell in einer Phase eines raschen Wandels befinden: hinsichtlich der Institutionen, Organisationen, Strukturen, Einstellungen und Verhaltensweisen (vgl. Sennett 1998). In diesem Kontext verliere der Nationalstaat als wirtschaftslenkende und sozial ausgleichende Ordnungsmacht an Bedeutung<sup>2</sup>, während sich Unternehmen mit zunehmenden Interdependenzen und Abhängigkeiten im globalen Maßstab vernetzen und eigene Dynamiken entwickeln.

Die sozialen Strukturen verändern sich auseinanderstrebend in den sozioökonomischen, soziodemografischen, soziokulturellen und sozialräumlichen Dimensionen. Die Gesellschaften befinden sich in einem Wertewandel mit zunehmend gegensätzlichen Positionen und partikularen Interessen, wobei sich die Lebensstile – vor dem Hintergrund der sich verschärfenden Gegensätze materieller und zeitlicher Ressourcen – global im Sinne bildungsnaher urbaner Mittelschichten angleichen (vgl. Dangschat 2020). Gerade der Wertewandel sorgt für „multiple Modernitäten“ (vgl. Eisenstadt 2006).

Als Ursachen dieser Entwicklungen wurden die Begriffe der Globalisierung (vgl. Sassen 2001, Wallerstein 2004), Beschleunigung (vgl. Rosa 2005), Individualisierung (vgl. Beck 1995), Flexibilität (vgl. Sennett 1998), Digitalisierung (vgl. Elliott 2018), Vernetzung (vgl. Castells 2001) und Mobilität (vgl. Urry 2000) in der Fachliteratur eingeführt und mit zeitlicher Verzögerung über den medialen Diskurs zum Bestandteil einer allgemeinen gesellschaftlichen Interpretation.

In der deutschsprachigen Forschung zur sozialen Ungleichheit gibt es drei grundlegende Strömungen darüber, wie die gesellschaftlichen Prozesse zumindest in den postindustriellen Ländern hinsichtlich der Formen sozialer Ent- und Restrukturierung einzustufen sind (vgl. Dangschat 2020):

- als eine Verfestigung und Wiederbelebung von bestehenden Klassenstrukturen unter gewandelten Erscheinungsformen; die neoliberale globale Wirtschaft zeigt nicht nur zwischen dem Globalen Norden und dem Globalen Süden, sondern auch vor allem innerhalb der Nationalstaaten neue Klassenverhältnisse (vgl. Dangschat 1998);
- als „Entbettung“ aus traditionellen Bindungen (Herkunft, Bildung, soziale Lage, Gender-Rollenverständnis etc.) bei gleichzeitiger „Rückbettung“ in neue Formen soziokultureller Unterschiede (soziale Milieus, Lebensstile; vgl. Vester et al. 2001) oder

---

2 Zu Beginn der Corona-Pandemie gab es in den meisten europäischen Demokratien jedoch eine deutliche Gegenbewegung mit einer starken Zunahme des Vertrauens in den Nationalstaat und die Regierungsparteien, obwohl (oder weil) sie tief in die Grundrechte eingegriffen hatten. Die Phase der Lockerung zeigt jedoch, dass diese „Gegenbewegung“ von kurzer Dauer war und nicht nur partikulare Interessen wieder in den Vordergrund treten, sondern sich auch der Raum für unterschiedliche Verschwörungsthesen und Falschmeldungen weiter öffnet.

- auch als „Entbettung“ aus den traditionellen Bindungen, aber ohne Möglichkeit, dauerhaft auf neue kollektive Orientierungen zurückgreifen zu können, und stattdessen darauf angewiesen zu sein, sich selbst permanent neu zu verorten und zu vergewissern (Übergang von der Ersten zur Zweiten Moderne; vgl. Beck et al. 2001).

Diese drei idealtypischen Ansätze stehen als „Schulen“ einander gegenüber und unterscheiden sich, indem sie aus kapitalismuskritischer Sicht die veränderten Erscheinungsformen (von der Erosion des Sozialstaates bis hin zu individuellen Konsumstilen) hervorheben, die neuen Ebenen der Vergemeinschaftung und Vergesellschaftungen betonen oder aber die Gesellschaften als in einem fundamentalen Übergang befindlich betrachten, d. h., sie unterscheiden sich vor allem in der Einschätzung, wie tiefgreifend die gesellschaftlichen Veränderungen sind resp. künftig sein werden.

In diesem Beitrag soll der dritte Ansatz verfolgt werden, weil dort explizit angenommen wird, dass die technologischen und technischen Transformationen, die im Rahmen der Digitalisierung absehbar ablaufen werden, einen massiven Einfluss auf Gesellschaften haben werden. Zudem wird innerhalb der These des Übergangs in die Zweite Moderne – auch „reflexive Moderne“ genannt (vgl. Beck et al. 1996, Beck et al. 2001) – der Begriff der Mobilität in einen sehr weitreichenden, den Verlauf der Moderne bestimmenden Kontext gestellt, der den Blick auf die gesellschaftliche Einordnung einer neuen Mobilitätstechnologie wie der des avV noch einmal schärfen kann (vgl. Bonß/Kesselring 2001, Kesselring 2020).

In dieses erweiterte Verständnis fließen zum einen die Überlegungen von Urry und Sheller zum „mobilities turn“ ein, welche die Soziologie wesentlich beeinflusst haben (vgl. Urry 2000, 2007, 2009; Scheller/Urry 2006, 2016; Sheller 2011). Zum anderen wird der Diskurs des „space of flows“, d. h. der Neuorganisation räumlicher Arrangements vor dem Hintergrund technologisch bedingter „Echtzeiten“ (vgl. Castells 1989) ebenso aufgenommen wie der der „(socio-)spheres“, d. h. der Auflösung nationalstaatlicher Bedeutung (vgl. Albrow 1998), der „scapes“, d. h. der „enträumlichten“ Landschaften (vgl. Appadurai 1996, Urry 2003), der „fixities“ und „motion“ (vgl. Brenner 1998), sowie die Einschätzung moderner Gesellschaften als Netzwerkgesellschaften (vgl. Castells 2001).

## 2.1 DER ÜBERGANG VON DER ERSTEN ZUR ZWEITEN MODERNE

Die Entwicklung der Moderne steht also in einem engen Zusammenhang mit der technologischen Entwicklung und der Mobilität. Im Verlauf der Moderne haben sich – wenn auch in Schüben –

- der Aufbau der Gesellschaften (Ausdifferenzierung der Schichten durch die Arbeitsteilung und einer Dominanz der – urbanen – Mittelschichten),
- die industrielle Produktion (Fordismus auf Basis der Fließbandproduktion, Taylorismus),
- die Technologien (als Abfolge der Dominanz von Schlüsseltechnologien wie in den Kondratieff'schen Zyklen dargestellt) sowie
- politische Prozesse (Demokratisierung, Formen der Sozialstaatlichkeit im Zuge des Keynesianismus), die Bürokratie und das Bildungssystem (verpflichtendes Schulsystem für alle)

kontinuierlich verändert.

In den 1970er Jahren entstand in vielen Wissenschaften und der Kunst eine zunehmende Skepsis gegenüber der Annahme der Linearität und Zielgerichtetheit der Modernisierungsprozesse. Das „Ende der Moderne“ wurde ausgerufen und durch unterschiedliche „Post-Modelle“ ersetzt: Postmoderne, Postfordismus, postindustriell, Postkolonialismus, Poststrukturalismus, Postwachstum etc. Man spricht auch von „Kehrtwenden“ wie dem „cultural turn“, „communicative turn“ oder „mobility turn“. Während die „Post“-Begriffe lediglich darauf hinweisen, dass etwas zu Ende und in der weiteren Diskussion umstritten ist, wie die aktuellen und denkbaren Zukünfte zu verstehen seien, gehen die „Turn“-Ansätze von einem Umdenken aus, meist als Abkehr von den dominant linear-logischen Vorstellungen. Beispielsweise ist Lash (1999) der Auffassung, dass die „neue Moderne“ mit einer veränderten Form der Rationalität einhergehe, was insbesondere die positivistische Position herausfordere.

Abweichend von diesen Auflösungen und auch Neupositionierungen beharrt der disziplinäre Mainstream der Soziologie auf der These einer fortschreitenden Modernisierung. Gegen diesen Mainstream hat der Soziologe Ulrich Beck wiederholt und beharrlich argumentiert: Er votiert zum einen für eine Betrachtung der sozialen Ungleichheit „jenseits von Klasse und Stand“ (Beck 1983) und sieht die moderne Gesellschaft als eine „Risikogesellschaft“ (Beck 1987), für deren Überwindung ein „Weg in eine andere Moderne“ (Untertitel) notwendig sei. Erst später bezeichnet er diesen Ansatz als „Zweite Moderne“ resp. „reflexive Moderne“ (Beck et al. 1996, 2001).

Gerade die technologischen Entwicklungen, die kapitalistische Logik und das Ausblenden der zunehmend problematischen klimatischen und ökologischen Prozesse führen nach seiner Einschätzung aufgrund der Logik der (traditionellen) Moderne zunehmend zu industriellen Katastrophen, die mit den Möglichkeiten, aber auch den eingefahrenen Strategien der traditionellen Moderne nicht nur nicht mehr zu verhindern seien, sondern die sich zunehmend verschärfen<sup>3</sup>. Es bedürfe hingegen einer neuen Nachdenklichkeit, neuer Formen des politischen Aushandelns (vgl. Hajer/Wagenaar 2003) und des Vertrauens in Prozesse statt in Strukturen und Institutionen.

Beck kritisiert die FachkollegInnen zudem aufgrund des Festhaltens am Denken in Kategorien nationalstaatlich verfasster Gesellschaften. Die globale Vernetzung von Produktions-, Handels- und vor allem Finanzkapitalströmen unterlaufe die Gestaltungs- und Steuerungsmacht der traditionellen Industriestaaten zugunsten transnational agierender Konzerne (vgl. Beck 1997). Die Folge seien eine Schwächung des Sozialstaates, gesellschaftliche Desintegrationsprozesse, die Erosion vieler vertrauter Sozialbeziehungen und verstärkte „Freisetzungen“ aus gewohnten sozialen Kontexten auf der individuellen Ebene, welche Beck mit seiner „Individualisierungsthese“ fasst (vgl. Beck 1995).

Auch die Wissenschaften sieht Beck im Umbruch: Seiner Auffassung nach werden sie in der Zweiten Moderne nicht nur für Problemlösungen herangezogen, sondern sind zugleich auch Problemverursacher, denn wissenschaftliche Analysen hätten u. a. aufgrund einer unüberschaubaren Flut an unzusammenhängenden Detailergebnissen im Zuge der praktischen Umsetzung auch fragwürdige Seiten gezeigt. Daraus entstehe zum einen eine Unsicherheit durch teils widersprüchliche Ergebnisse, zum anderen könnten sich Rezipienten aller gesellschaftlicher Bereiche „ihre Wahrheiten“ aus einem inkonsistenten wissenschaftlichen Angebot herausuchen – die Diskussion um die Dynamik und die Art des Ausstieges aus dem coronabedingten Shut-down sind ein gutes Beispiel hierfür.

---

3 Beck hatte seinerzeit insbesondere die Explosion des Chemiewerkes im indischen Bhopal und ihre verheerenden Folgen im Jahr 1984 vor Augen. Seine Publikation erschien zudem im Mai 1987, nur wenige Tage nach der Explosion des Kernkraftwerkes in Tschernobyl.

Die gemeinsame Arbeit mit Lash und Giddens an der „reflexiven Moderne“ (vgl. Beck et al. 1996) und die parallelen Arbeiten von Sennett (1998) führten über mehrere Jahre zu einer sehr fruchtbaren Zusammenarbeit der vier Wissenschaftler an der London School of Economics (LSE). Mit seinen Kollegen formulierte Beck dabei die sehr weitreichende Hoffnung, dass es den Menschen gelingen werde, ihre Zukunft dadurch „vernünftig“ zu gestalten, und dass auf der Grundlage einer Analyse der gegenwärtigen (globalen) Probleme Verbesserungsansätze entwickelt werden.

Kesselring hat in seiner Reflexion der Bedeutung der Mobilität innerhalb der Ersten und der Zweiten Moderne die Unterschiede zwischen beiden wie folgt einander gegenübergestellt (siehe Übersicht 1).

**Übersicht 1:** Kriterien zur Unterscheidung in die Erste und Zweite Moderne

	<b>Erste Moderne</b>	<b>Zweite Moderne</b>
<b>Reaktion auf Ambivalenz</b>	Purifikation	Pluralismus
<b>Optimale Lösung</b>	„One-best-Way“-Lösung	„Multiple-best-Way“-Lösung
<b>Ordnungskategorien</b>	Strukturen, Regeln, Beständigkeit	Netzwerke, „Scapes“, „Flows“
<b>Absicherung</b>	Sicherheit und Gewissheit	Risiko und Ungewissheit
<b>Wissenschaftliche Eindeutigkeit</b>	Vorherseh- und -sagbarkeit, wachsende Stabilität	Unvorhersehbarkeit, wachsende Flüchtigkeit
<b>Struktur und Dynamik</b>	Kontinuität und Entwicklung	Diskontinuität und Wandel
<b>Orientierung</b>	zielorientiert	prozessorientiert
<b>Scale</b>	nationale Ordnung	kosmopolitische Kontingenz
<b>Verbindungen</b>	dauerhafte, stabile Verbindungen	Konnektivität als Problem und Projekt
<b>Ordnung</b>	dauerhafte, auf Stabilität ausgerichtete (nationale) Strukturen und Ordnung	temporäre, transitive (transnationale) Strukturierung und Unordnung
<b>Grenzen</b>	feste Grenzen und Aufrechterhaltung der Grenzen	flexible Grenzen und flexibles Grenzmanagement

Quelle: eigene Darstellung nach Kesselring (2020: 178)

Aus dieser Gegenüberstellung wird ein Spannungsverhältnis für die Ausrollung des avV deutlich: Die technologische Entwicklung der Fahrzeuge und der Infrastrukturen ist ebenso fest in den Vorstellungen der Ersten Moderne verankert wie politische Strategiepapiere und ingenieurwissenschaftliche Publikationen (klare Strukturen, Rationalität, Gewissheit, Vorhersagbarkeit etc.). Sie treffen aber bereits jetzt und künftig noch eindeutiger auf einen gesellschaftlichen Kontext, der durch die Zweite Moderne beschrieben wird: Diskontinuität, transitive Strukturierung, Ungewissheit und Risiko (siehe Abschnitt 6).

## 2.2 BEDEUTUNG DER (AUTO-)MOBILITÄT IN MODERNEN GESELLSCHAFTEN

Mobilität wird in diesem Diskurs als ein grundlegendes Prinzip der Moderne angesehen (vgl. Kesselring 2020: 161). Nach Sennett (1977) wird in der Moderne eine uneingeschränkte individuelle Beweglichkeit als ein „Grundrecht“ für alle BürgerInnen aufgefasst. „Freie Fahrt für freie Bürger“ war in den 1970er Jahren nicht nur ein Slogan des ADAC, sondern auch eine politische Forderung des größten Vereins in Deutschland. Eine Reihe von Prozessen wie Rationalität, Individualität, Globalisierung, Beschleunigung, Wettbewerb und Freizügigkeit, welche die Modernisierung begleiten und formen, haben begünstigt, dass sich in modernen Gesellschaften die „Automobilität“ herausbilden konnte.

Automobilität ist mehr als nur die Benutzung von Autos, sondern sie ist ein komplexes, sich selbst verstärkendes soziomaterielles System aus technologischen und kulturellen Prozessen, Politiken, Normen und Praktiken. Moderne Gesellschaften sind demnach unabänderlich in die Benutzung fossil angetriebener Autos, deren langlebige Infrastrukturen und suburbane Siedlungsstrukturen sowie in die Politik der Unterstützung traditioneller Industrien sowie in die kulturellen Erwartungen und Erfahrungen mit der Organisation des Alltages in Raum und Zeit eingebunden.

Automobilität besteht nach Urry (2004: 26f.) aus dem Zusammenspiel von sechs Komponenten, welche den „spezifischen Charakter der Dominanz“ ausmachen:

1. das Auto als Fahrzeug, das von den „ikonischen“ Unternehmen des wichtigsten Sektors der Industrialisierung im 20. Jahrhundert hergestellt wird, und
2. welches nach dem Wohnen das wichtigste Konsumgut ist, das den NutzerInnen bzw. BesitzerInnen durch seine symbolische Aufladung einen Status vermittelt.
3. Durch die technischen und sozialen Verbindungen mit den Industrien entsteht ein mächtiger Komplex von Infrastrukturen, Reparatur- und Freizeitbetrieben, welcher über den Städtebau und die Stadtplanung hergestellt wird;
4. Das Auto verkörpert die globale Form einer „quasiprivaten“ Mobilität, welche das berufliche und private Leben gestaltet und dabei andere Formen der Mobilität dominiert und zurückdrängt.
5. Es definiert eine Kultur des guten Lebens und der angemessenen bürgerlichen Mobilität.
6. Durch die verwendeten Materialien, die Energie und den Raum bei der Produktion der Fahrzeuge, die Kosten und den Raum der Straßen, der Infrastrukturen sowie durch die Emissionen und die gesundheitlichen und die sozialen Folgekosten ist das Auto der größte Verbraucher natürlicher Ressourcen.

Ähnlich argumentieren Canzler und Knie (2019):

*„[Das] [...] Auto wurde zu einem Teil des Alltags; es strukturierte mehr und mehr auch die Lebensplanungen und schaffte neue, ungeahnte Möglichkeitsräume. Wo arbeiten? Wo wohnen? Mit dem Auto gab es plötzlich viel mehr Optionen. Der Stadtrand und der ländliche Raum wurden als Siedlungsgebiete erschlossen, das Pendeln zum Arbeitsort als Normalfall erfunden. Gesellschaftliche Teilhabe hing nicht mehr vom Wohnort ab, das Auto ermöglichte neue Zugänge auch im privaten Bereich, die Überwindung des Raums wurde sozial erschwinglich“ (Canzler/Knie 2019: 14).*

Mit dem automatisierten Fahrzeug, das als smart, sauber, sicher und sozial integrativ dargestellt wird, soll dem aufkommenden negativen Image entgegengearbeitet werden. Per se ist der Ersatz eines konventionellen Fahrzeuges durch ein automatisiertes kein Beitrag zu einer nachhaltigeren Mobilität. Auch wenn die Entwicklung im Zusammenhang mit einer „Antriebswende“ steht, ist zu befürchten, dass die Mobilitätswende durch den avV behindert werden wird (vgl. Manderscheid 2020).

In der Verkehrsforschung der Ersten Moderne dominiert – neben der Sicherheit und Verlässlichkeit – vor allem die Rationalität der kosten- und zeitgünstigen Überwindung von Distanzen. Verkehr wird in Kategorien der „Leistung“ erfasst, der die „Leistungsfähigkeit“ der Infrastruktur gegenübergestellt wird. Werden aufgrund von Prognosen Einschränkungen der Leistungsfähigkeit durch ein erhöhtes Verkehrsaufkommen im Zuge des motorisierten Individual- und des Güterverkehrs befürchtet, sei die Infrastruktur vorausschauend auszubauen. Die Gestaltung des Straßenraumes wurde diesem Prinzip zulasten anderer Nutzungen weitgehend untergeordnet.

Durch eine Verlagerung des zunehmenden Interesses hin zur Mobilitätsforschung wurde mit der Linearität der ingenieur- und technikwissenschaftlich dominierten Verkehrsforschung gebrochen, indem das Schwergewicht auf die handelnden AkteurInnen gerichtet wurde. Bei den psychologisch und soziologisch beeinflussten Ansätzen überwiegt die Anwendungsseite und erklärt zum einen „irrationales“ Handeln, zum anderen die Mobilität unterschiedlicher sozialer Gruppen (vgl. Scheiner 2009; Dangschat 2013, 2017b).

Aus dem sehr unterschiedlichen Mobilitätsverhalten sozialer Gruppen entstehen aufgrund subjektiv motivierter Optimierung Ambivalenzen. Demnach ist Mobilität in der Zweiten Moderne nicht mehr nur rational, sondern vielfältig, nicht mehr linear, sondern eher nichtlinear (vgl. Kesselring 2020: 172–175). Die damit verbundene Pluralität lässt sich jedoch weniger denn je in einen einheitlichen Transformationsprozess (zu einer nachhaltigen Mobilität) überführen. Schneidewind et al. (2018: 11) sprechen in diesem Zusammenhang von einer notwendigen besonderen (transformativen) „literacy“, d. h. einer Fähigkeit, die unterschiedlichen Motivationen und Handlungsweisen zu verstehen und politisch-planerisch zu lenken. Wenn die „reflexive Modernisierung“ unerwartet, unbemerkt und ungewollt verläuft, dann trifft die rationale Planung auf ihre Grenzen (vgl. Kesselring 2020: 172).

In ihren Überlegungen zu technologischen Transformationen haben sich Sovacool und Axsen (2018) damit auseinandergesetzt, wie die Elektrifizierung, das Sharing und die Automatisierung das Verkehrssystem und damit auch die Automobilität verändern werden. Sie ordnen dabei die acht Aspekte der Automobilität („frames“) in ein Vier-Felder-System aus individueller vs. gesellschaftlicher Bedeutung und funktionaler vs. symbolischer Effekte ein (siehe Übersicht 2).

Aus der Übersicht wird deutlich, dass durch den avV die Automobilität eher gestärkt als abgeschwächt werden wird. Sovacool und Axsen (2018: 740) geben auch eine Einschätzung über die Stärke der Evidenz ihrer Einschätzungen ab. Ich schätze sowohl die Umweltverantwortung als auch die Ölabhängigkeit etwas anders als die beiden Autoren ein (siehe die mit „\*“ versehenen Frames in der Übersicht 2). Zudem halten sie eine Reihe ihrer Einschätzungen für nicht oder nicht ausreichend gesichert, wie beispielsweise die Nutzung als digitales Büro und als Symbol für Wohlstand und sozialen Status.

Die Eigendynamik technologischer und technischer Entwicklung des avV wird also aus sich heraus kaum einen eigenständigen Beitrag zur Abschwächung des Klimawandels, des Flächen- und Ressourcenverbrauchs sowie der gesellschaftlichen Symbolik der Automobilität leisten (vgl. Mitteregger et al. 2020: 148ff). Im Gegenteil: Die Automobilität wird durch die „Neuerfindung“ des Pkw als sicher, smart, innovativ und sauber gestärkt werden. Da durch die Automatisierung und Vernetzung die Ziele einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung mit hoher Wahr-

scheinlichkeit unterlaufen werden (vgl. Dangschat 2017a, 2019; Milakis et al. 2017; Dangschat/Stickler 2020), ist es die Aufgabe der Politik und planenden Verwaltung, frühzeitig entsprechende Rahmenbedingungen für die Entwicklung und die Ausrollung automatisierter und vernetzter Fahrzeuge sowie der damit verbundenen Infrastruktur zu setzen.

**Übersicht 2:** Auswirkungen automatisierter und vernetzter Fahrzeuge auf Aspekte der Automobilität

Frame	Type	Autonomous Vehicles (SAE 4 and 5) <sup>4</sup>
cocooning and fortressing	private-functional	strengthened
mobile digital offices	private-functional	strengthened
expression of gender identity	private-symbolic	maintained
expression of class and wealth	private-symbolic	maintained, perhaps strengthened
environmental stewardship	societal-functional	weakened, as it leads to increased energy use*
suburbanizing	societal-functional	strengthened, as it leads to longer commute distance
oil independence	societal-symbolic	independent*
innovativeness	societal-symbolic	strengthened

\* vom Original abweichende Einschätzung des Autors  
Quelle: eigene Darstellung nach Sovacool/Axsen (2018: 740f.)

### 3. DER TECHNIKSOZIOLOGISCHE BLICKWINKEL AUF TECHNOLOGISCHE UND GESELLSCHAFTLICHE TRANSFORMATIONEN<sup>5</sup>

*„Technik [besitzt] nicht per se eine Bedeutung [...], sondern [...] die Bedeutung [wird] mehr oder weniger kontrovers zwischen den Anspruchsgruppen ausgehandelt“ (Häußling 2014: 240).*

Die Einführung des automatisierten und vernetzten Verkehrs gilt als eine grundlegende, teils disruptive technologische Entwicklung, welche das Verkehrssystem, die Mobilität, die Raumnutzung und weitere gesellschaftliche Entwicklungen stark beeinflussen wird (vgl. Braun et al. 2019). Gerade die Techniksoziologie hat sich mit dem Wechselverhältnis aus technologischen/technischen

4 Mit den Standards der SAE International werden Stufen der Automatisierung beschrieben; danach werden mit dem SAE4-Standard hoch- und mit dem SAE5-Standard vollautomatische Fahrzeuge bezeichnet

5 Einen umfangreichen Überblick zu den unterschiedlichen Ansätzen und Fragestellungen geben Weyer (2008) und Häußling (2014: 129–354).

und sozialen Entwicklungen auseinandergesetzt. In dieser speziellen Soziologie werden insbesondere im internationalen Diskurs die Begriffe „Technik“ und „Technologie“ häufig synonym verwendet. Innerhalb dieses Beitrages werden mit dem Begriff „Technik“ Verfahren beschrieben, mit denen die Erkenntnisse der Naturwissenschaften praktisch nutzbar gemacht werden<sup>6</sup>. „Technologie“ ist hingegen die Lehre von der Technik und befasst sich auf der Basis naturwissenschaftlich-technischer und ingenieurwissenschaftlicher Erkenntnisse mit der Art und Weise, wie Roh- und Werkstoffe in Produktionsverfahren und fertige Produkte umgewandelt werden.

Rammert (2007: 18) unterscheidet drei grundlegende Perspektiven der Techniksoziologie, die sich in kritischer Abgrenzung innerhalb der letzten Jahrzehnte entwickelt haben:

- *Technikdeterminismus*: Danach ist Technik die entscheidende Größe einer breit verstandenen gesellschaftlichen Entwicklung (gesellschaftliche Folgen der Technik bzw. Technikentwicklung; siehe Abschnitt 3.1).
- *Sozialkonstruktivismus*: Demzufolge bestimmen gesellschaftliche Konstruktionen sowie institutionelle, wirtschaftliche und kulturelle Institutionalisierungen die Genese und die Gestalt von Techniken (siehe Abschnitt 3.2.2).
- *Interaktionistische Perspektive (Pragmatismus) resp. assoziationalistische Perspektive (Akteur-Netzwerk-Theorie)*; siehe Abschnitt 3.3): Technik und Gesellschaft bilden eine Einheit wechselseitiger Durchdringung.

Der Ökonom Möhrle (2018) definiert als soziologisches Verständnis von Technologie die

*„systematische Zusammenfassung und Integration einzelner Techniken zu einer auf spezifische Ziele und Zwecke gerichteten Verfahrensweise, einschließlich sozialer Technologien, z. B. einem Verfahren der Konfliktregelung. Moderne Technologien bestimmen und gestalten die sozialen Beziehungen und den sozialen Wandel in hohem Maße; sie können daher nicht isoliert von der Gesellschaft betrachtet werden und müssen auf ihre Sozialverträglichkeit hin bewertet werden“.*

Diese Definition zeigt einen deutlichen technikdeterministischen Anwendungsbezug, wie er in den neoklassischen Wirtschaftswissenschaften vorherrscht. Aktuelle Ansätze trennen allenfalls analytisch zwischen beiden Bereichen, gehen aber hinsichtlich ihrer Dynamik von einer wechselseitigen Durchdringung und Beeinflussung aus (siehe Abschnitt 3.3). Bezogen auf autonome und vernetzte Fahrzeuge (bis einschließlich SAE-Stufe 4) bedeutet das, auf der Individualebene der Anwendung die Mensch-Maschine-Schnittstellen zu analysieren und zu gestalten. Für die Herstellung der Technologien auf der Makroebene sind jedoch die technologischen, ökonomischen, wissenschaftlichen und gouvernementalen Narrationen ebenso bedeutsam wie die staatlichen Regulationssysteme und die Marketingstrategien (siehe Abschnitt 5 und 6).

Um eine fundierte Analyse des Wechsel- und Durchdringungsverhältnisses von technologischen und gesellschaftlichen Entwicklungen leisten zu können, ist es ratsam, sich an techniksoziologischen Theorien und Methoden zu orientieren (siehe Abschnitt 3.2 und 3.3). Häußling (2014: 16) definiert den Gegenstand der Techniksoziologie wie folgt:

---

6 Ein weiteres, vor allem umgangssprachliches Verständnis von Technik beschreibt bestimmte festgelegte Vorgehensweisen, Methoden und Fertigkeiten (Atemtechnik, Redetechnik, Massage-technik, Maltechnik etc.), die hier jedoch nicht berücksichtigt werden.

*„Die Techniksoziologie befasst sich mit den Wechselbezügen zwischen Realtechniken, Prozesstechniken und Technologien einerseits und Gesellschaft und Sozialem andererseits. Dabei kann sowohl der Anwendungskontext als auch der Herstellungskontext von Technik im Fokus stehen. Bei dem erstgenannten Kontext geht es um Aneignungsprozesse von Technik [...]. Bei dem zweiten Kontext stehen Aushandlungsprozesse bei der Technologieentwicklung im Vordergrund.“*

Wenn oben konstatiert wurde, dass sozialwissenschaftliche gegenüber technologischen Betrachtungen des avV deutlich seltener vorgenommen werden, so wird nach dieser Definition deutlich, dass sich fast alle sozialwissenschaftlichen Betrachtungen des avV bislang vor allem auf die (potentiellen) Anwendungs- bzw. Aneignungsprozesse beziehen (zu Ausnahmen vgl. Dangschat/Stickler 2020; Stickler 2020b resp. Manderscheid 2012, 2014, 2020, die jedoch vor allem die Auswirkungen des technologischen Wandels auf die Automobilität betrachtet).

In der folgenden Beschreibung unterschiedlicher Ansätze wird im ersten Schritt in Ansätze der Technikanwendung (siehe Abschnitt 3.1) und der Technikherstellung (siehe Abschnitt 3.2) unterschieden. Im Abschnitt 3.3 wird der aktuell dominierende Ansatz der „Science and Technology Studies“ und hier insbesondere die Theorie großer technischer Systeme und der Ansatz der Akteur-Netzwerk-Studien beschrieben.

### 3.1 ANSÄTZE DER TECHNIKANWENDUNG (TECHNIKDETERMINISMUS)

Mit den Ansätzen der Technikanwendung wird eine Perspektive eingenommen, wonach sich Technologien resp. technische Systeme auf die Gesellschaft auswirken (z. B. auf Arbeitsabläufe, Gesundheit, Mobilität, Kommunikation, aber auch regionale und soziale Ungleichheiten). Wenn die Position vertreten wird, dass ein technologischer den gesellschaftlichen Wandel wesentlich beeinflusst, spricht man von „technikdeterministischen Positionen“. Prominente Vertreter sind Schumpeter und Ogburn; auf Letzteren geht der Ansatz der Technikfolgenabschätzung zurück (vgl. Häußling 2014: 14).

Es gibt sehr unterschiedliche Typologien zur Analyse der technischen Entwicklung und deren Wechselverhältnis mit gesellschaftlichen Prozessen (zu einer Übersicht vgl. Häußling 2014: 11–86). Rammert (2003: 296) unterscheidet idealtypisch in fünf Stufen, bei denen sich die Mensch-Maschine-Schnittstellen zugunsten der Roboter im historischen Ablauf verschoben haben; in der fünften Stufe kommt der künstlichen Intelligenz (KI) eine hohe Bedeutung zu:

- *passive Techniken* (Werkzeuge),
- *aktive Techniken* (Maschinen),
- *reaktive Techniken* (kybernetische Mechanismen als Kombinationen aus Maschinen und Sensorik – demnach wären automatisierte Fahrzeuge der SAE-Stufe 2 den kybernetischen Techniken zuzuordnen),
- *interaktive Techniken* (Multiagentensysteme, in denen über wechselseitige Abstimmungen situationsadäquat eine Lösung erarbeitet und das System entsprechend gesteuert wird – danach wären automatisierte Fahrzeuge der SAE-Stufen 3 und 4 den interaktiven Techniken zuzuordnen) und
- *transaktive Techniken* (intelligente Systeme, bei denen Eigen- und Fremdktionen in eine Gesamtktion integriert werden, um gegebene Ziel-Mittel-Relationen selbständig reflek-

tieren und verändern zu können – demzufolge wären automatisierte Fahrzeuge der SAE-Stufe 5 den transaktiven Techniken zuzuordnen).

Foerster (1993: 357) benutzt den Begriff „Maschine“ auch für Input-Output-Relationen<sup>7</sup>, die über rein technologische Anwendungen hinausgehen. Danach gibt es zwei Ausprägungen:

- *triviale Maschinen*, d. h. eindeutige Input-Output-Beziehungen, wonach ein bestimmter Stimulus eine eindeutige und vorhersagbare Wirkung zeigt; das lässt sich auch auf weitere „planbare“ Prozesse beziehen, die „logisch“ und „rational“ verlaufen;
- *nichttriviale Maschinen*, d. h. uneindeutige Input-Output-Beziehungen, in denen die „Maschine“ auf den Input reagiert, um einen nach eigenen Vorstellungen optimierten Output zu erzielen; das sind „autopoietische Maschinen“ oder eben Menschen, deren Verhalten (Output) von den Beobachtenden mit einem mechanischen Denken nicht analysiert werden kann; in diese Kategorie gehört beispielsweise die Entwicklung der KI.

Diese Unterscheidung ist insofern wichtig, da sich die Menschenbilder in den klassischen Technik- und Ingenieurwissenschaften von denen in den dominanten Sozial- und Geisteswissenschaften deutlich unterscheiden. Während bei Ersteren das Menschenbild trivialer Maschinen dominiert (homo oeconomicus), gehen Letztere eher von Vorstellungen aus, die Foerster (1993) als „nichttriviale Maschinen“ bezeichnet (situationsspezifische Reflexivität). Dies zeigt sich insbesondere in den klassischen Technikfolgen- und Rebound-Forschungen, weil dort die Handlungen von Menschen, die von WissenschaftlerInnen als nichtrational angesehen werden, als „Fehlverhalten“ (Rebound) eingeordnet werden. Tatsächlich sind Interpretationen und Handlungen aus Sicht der Handelnden vor dem Hintergrund ihrer eigenen Wahrnehmungen und Bewertungen aufgrund ihrer Sozialisationserfahrungen optimierte Handlungen.

Eine weitere Unterscheidung bezieht sich auf die Position im Rahmen eines wirtschaftlich-technologischen Zyklus (wie beispielsweise die Schumpeter- oder Kondratieff-Zyklen) resp. Produktlebenszyklus. Welge (1992: 270) unterscheidet in

- *Basistechnologien* (Technologien in der Reifephase des Produktlebenszyklus resp. als tragende Technologien eines wirtschaftlich-technologischen Zyklus),
- *Schlüsseltechnologien* (Technologien, die das Marktwachstum vorantreiben) und
- *Schrittmachertechnologien* (innovative oder disruptive Technologien, die einen neuen Zyklus einleiten).

Bezogen auf automatisierte und vernetzte Fahrzeuge wären die Basistechnologien alle jene, die in Fahrzeugen der SAE-Klassen 1 und 2 wirksam sind. Schlüsseltechnologien sind beispielsweise jene, die hinter den innovativen Sensorsystemen, den Effizienzsteigerungen und der Dekarbonisierung der Antriebssysteme, der Beschleunigung der Ladedauer für E-Fahrzeuge und hinter Apps stehen, mit denen die Mobilität vielfältiger organisiert wird (MaaS – Mobility as a Service). Die Schrittmachertechnologien befinden sich aktuell in der Entwicklungsphase – sie liegen im Bereich neuer Treibstoffe, der weiteren Effizienzsteigerung von Rechnerleistungen, vor allem aber in der Weiterentwicklung der Künstlichen Intelligenz zur Steuerung autopoietischer Systeme.

---

7 „Der Ausdruck Maschine bezieht sich in diesem Zusammenhang auf wohldefinierte funktionale Eigenschaften einer abstrakten Grösse, und nicht in erster Linie auf ein System von Zahnrädern, Knöpfen und Hebeln, obwohl solche Systeme jene abstrakten funktionalen Grössen verwirklichen können“ (Foerster 1993: 357).

Um das Spektrum techniksoziologischer Fragestellungen abzudecken, schlägt Weyer (2008: 11) vier Dimensionen vor, wobei in seinem Ansatz der Technikdeterminismus deutlich überwiegt. In Übersicht 3 wird jedoch auf den Aspekt „Soziale Strukturen von Technik“ verzichtet, weil Weyer darunter ausschließlich den Anwendungsbereich auf der Mikroebene behandelt; er wird daher in den Bereich „Technikfolgen“ integriert. Eine sozial differenzierte Sichtweise ist kein gesonderter Bereich, sondern sie ist auch für die Technikgenese und die Gestaltung der Technik notwendig.

**Übersicht 3:** Analysebereich der Techniksoziologie

Analysebereiche	Fragestellungen
<b>Technikgenese</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie entstehen neue Technologien?</li> <li>• Wie werden neue Technologien durchgesetzt und wie wird auf bestehende beharrt?</li> <li>• Welche sozialen Prozesse (Macht, Interesse, Erwartungen) prägen die Entstehung und die Umsetzung neuer Technologien und Techniken?</li> </ul>
<b>Technikfolgen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Auswirkungen haben Prozesse der Technisierung auf sozioökonomische, soziodemografische und soziokulturelle Strukturen und Prozesse?</li> <li>• Welche Auswirkungen haben Prozesse der Technisierung auf Arbeitsprozesse, die Mobilität, die Kommunikation (Hersteller-Anwender-Schnittstelle)?</li> <li>• Welchen Stellenwert haben soziale Faktoren für das Funktionieren technischer Systeme (Mensch-Maschine-Schnittstelle)?</li> </ul>
<b>Technikgestaltung/-steuerung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit welchen Mitteln wird die Entwicklung von Technologien und Techniken gesteuert (Macht, Interessen)?</li> <li>• Wer spielt welche Rolle (Politik, planende Verwaltung, Rechtsprechung, Unternehmen, Start-ups in Nischenbereichen, Wissenschaft, Medien, Zivilgesellschaft)?</li> </ul>

Quelle: eigene Darstellung nach Weyer (2008: 11) und Tarmann (2018: 27f.)

Wendet man diese Analysebereiche auf den avV an, wird deutlich, dass das wissenschaftliche Interesse an den vermuteten (!) Folgen des avV deutlich überwiegt. Der Bereich der Technikgestaltung und -steuerung wird vor allem formaljuristisch behandelt, die unterschiedlichen Interessen der Entwicklung werden eher formal und an institutionellen Ordnungen orientiert thematisiert. Machtverhältnisse resp. vor allem das hohe Interesse der IT-Firmen an der disruptiven Entwicklung des avV, die weniger am Verkehr selbst und der Mobilität orientiert sind, sondern Interesse an den personenbezogenen On-trip-Daten haben, werden kaum einmal behandelt (vgl. Dangschat 2017a, 2019). Sozialwissenschaftliche Studien zur Technikgenese des avV sind bislang eher die Ausnahme. Erste Überlegungen hierzu finden sich bei Manderscheid (2014), Dangschat (2019), Freudendal-Pedersen et al. (2019) sowie Dangschat und Stickler (2020).

## 3.2 ANSÄTZE DER TECHNIKERSTELLUNG

Techniken sind nicht plötzlich da und sie fallen nicht vom Himmel. Sie basieren auf Erfindungen (Innovationen), müssen in Systeme eingebaut werden und einen Markt finden. Alle drei Schritte sind mit Interessen sowie Herrschafts- und Machtkonstellationen verbunden. Das bedeutet, dass jede Technik innerhalb eines keineswegs linear und rational verlaufenden Aushandlungsprozesses in einem bestimmten gesellschaftlichen Kontext (Wünsche, Erwartungen, Vorbehalte) durchgesetzt wird. Das Was und Wie, mit welcher Dynamik und zu wessen Vorteil, ist also immer an ein bestimmtes Machtverhältnis und eine Interessenskonstellation in einem „Wirkungsraum“<sup>8</sup> und in einen bestimmten Zeitraum gebunden.

### 3.2.1 Theorien der Nachfrage und Theorien des technischen Entwicklungsdrucks

Hinsichtlich der möglichen Treiber eines soziotechnischen Wandels gibt es zwei sich einander gegenüberstehende Schulen: die These der Nachfrage („demand pull theories“) und die des technologischen Entwicklungsdrucks („technology push theories“; vgl. Stefano et al. 2012):

- Mit der *Theorie der Nachfrage* wird davon ausgegangen, dass Nachfragende über ihr Verhalten den Preis der angewandten Techniken beeinflussen und damit die Dynamik der Marktdurchdringung bestimmen (vgl. Schmookler 1966).
- Mit der *Theorie des technischen Entwicklungsdrucks*<sup>9</sup> wird angenommen, dass durch die Möglichkeit, bestehende Techniken zu nutzen, nicht nur innovative Güter und Dienstleistungen bevorzugt wahrgenommen werden, sondern auch Unternehmen und Gebietskörperschaften vor allem naturwissenschaftlich-technische Entwicklungen fördern (vgl. Schumpeter 1942).

Eine Politik, welche der These der Nachfrage folgt, birgt die Gefahr – so der Trend in einigen Branchen (vgl. Hoppmann 2015) –, dass (über)reife Techniken länger als notwendig gefördert werden (vgl. Hoppmann et al. 2013)<sup>10</sup>. Über eine mit nationalen Mitteln unterstützte Nachfrage kann zudem nicht ausgeschlossen werden, dass auch Produkte ausländischer Hersteller gekauft werden. Eine staatliche Technologieförderung würde jedoch gezielt die Innovationen im eigenen Land fördern (vgl. Peters et al. 2012).

---

8 Während der Zusammenhang zwischen technologischen und gesellschaftlichen Entwicklungen lange meist regional oder nationalstaatlich begrenzt angesehen wurde, zeigen die Entwicklungen im Kontext der Digitalisierung deutlich territorial entgrenzte Zusammenhänge. Das wird mit den Ansätzen der Zweiten Moderne (vgl. Beck et al. 2001; Bonß/Kesselring 2001) und der Organisation von Macht- und Interessenkonstellationen in „scales“ (vgl. Brenner 2019) deutlich.

9 Insbesondere in der angelsächsischen Literatur wird meist der Ansatz mit „technology push“ bezeichnet. Das liegt zum einen am unterschiedlichen Sprachgebrauch des Begriffes „technology“ im Angelsächsischen gegenüber dem Deutschen und ist zum anderen abhängig vom Zeitpunkt, d. h. akademischen Moden. Hier sollen gemäß der eingangs formulierten Definition beide Begriffe unterschieden werden.

10 Ein gutes Beispiel hierfür ist die Debatte um die Kompensation der Verluste in der Automobilindustrie aufgrund der Corona-Pandemie: Soll nur der Kauf von Autos mit postfossilen Antrieben gefördert werden oder auch der von „modernen Verbrennern“?

Politik und Industrien verfolgen lange – oftmals zu lange – erfolgreiche Entwicklungen, die auf veralteten Basistechniken beruhen. Dieser Sachverhalt hat sich insbesondere seit den 1970er Jahren in den altindustriellen Gebieten Nordamerikas und Europas gezeigt (Stahl und Kohle, Schiffbau, Lederindustrie etc.) – hier war der Erfolg der staatlichen Steuerung und der industriellen Produkte in der Vergangenheit (der 1950er bis in die 1970er Jahre hinein) ein wesentlicher Hinderungsgrund, den politischen und technischen Wandel rechtzeitig und konsequent vorzunehmen (zum Süd-Nord-Gefälle in Deutschland vgl. Friedrichs et al. 1986). Daraus entstanden Pfadabhängigkeiten, die nicht nur das Beharren auf Basistechniken, sondern auch eine Elitenkultur der „Stahl-Barone“ beinhalteten, was sich letztlich aufgrund von (partei)politischen Steuerungen und betrieblichen Entwicklungen in bestimmten Strukturen und Mentalitäten verfestigte (Lock-in-Effekte).

### 3.2.2 Sozialkonstruktivistische Ansätze

Der Sozialkonstruktivismus geht auf die Forschungsarbeiten von Berger und Luckmann (1969) zurück. Demzufolge sind nicht die „Tatsachen“ relevant, sondern die jeweiligen Interpretationen von sozialen Strukturen, Prozessen und Dingen, welche die „Wirklichkeit“ schaffen (vgl. Knorr-Cetina 1989). Sozialpsychologische Erkenntnisse zeigen, dass Menschen nicht aufgrund objektiver Tatsachen handeln, sondern immer vor dem Hintergrund eigener Sozialisationserfahrungen und Werte (Habitus) sowie im Rahmen zeitlicher und finanzieller Ressourcen (soziale Lage) gemäß ihren Wahrnehmungen und Bewertungen (Kognitionen; vgl. Bamberg 2004) – daher sieht Foerster Menschen und soziale Gruppen als „nichttriviale Maschinen“ an (s. o.).

Dass „Wirklichkeiten“ sozial konstruiert werden, betrifft sowohl die Herstellung (technisches Wissen ist sozial konstruiert) als auch die Anwendung von Technik (subjektive Sinnggebung von Technik). Durch den Umgang mit Techniken in der Herstellung und Anwendung werden Techniken als „Problemlöser“ in das jeweilige Handeln eingebaut. Eine häufig übersehene Rolle spielt dabei die Wissenschaft selbst, denn „[...] both science and technology are socially constructed cultures“ (Pinch/Bijker 1987: 21).

Dass Sinndeutungen sozial unterschiedlich sind, zeigt sich in verschiedenen Aspekten, die im Kontext des avV relevant sind. Im globalen Maßstab unterscheiden sich die Einschätzungen über die Sicherheit der Fahrzeuge und über den Vorteil der Konnektivität, die Beunruhigung bei Tests im eigenen Umfeld und die Bereitschaft, für Technologien des avV mehr Geld auszugeben, sehr deutlich (siehe Tab. 1).

**Tabelle 1:** Akzeptanz von Aspekten des automatisierten und vernetzten Verkehrs nach ausgewählten Ländern weltweit (in %)

	DEU	USA	JPN	KOR	IND	CHN
<b>Autonome Fahrzeuge sind nicht sicher.</b>	45	48	47	46	58	35
<b>Die zunehmende Konnektivität der Fahrzeuge ist ein Vorteil.</b>	36	46	49	56	76	80
<b>Beunruhigung über Tests auf öffentlichen Straßen im eigenen Wohnumfeld</b>	46	51	41	48	57	32
<b>Anteil derer, die nicht bereit sind, für Technologien des avV mehr Geld zu bezahlen.</b>	41	34	30	11	8	7

Quelle: Deloitte (2019)

Aber auch in Europa gibt es Unterschiede zwischen den Nationalstaaten (siehe Tab. 2): Insbesondere in Deutschland und Österreich sind die Vorbehalte gegenüber der Datensicherheit hoch und der verbesserten Konnektivität können nur Wenige etwas Positives abgewinnen.

**Tabelle 2:** Akzeptanz von Aspekten des automatisierten und vernetzten Verkehrs nach ausgewählten Ländern in Europa (in %)

	AUT	DEU	FRA	ITA	GBR	BEL	ESP
<b>Autonome Fahrzeuge sind nicht sicher</b>	42	45	38	25	49	50	33
<b>Die zunehmende Konnektivität der Fahrzeuge ist ein Vorteil.</b>	33	36	42	63	49	54	55
<b>Beunruhigung über Tests auf öffentlichen Straßen im eigenen Wohnumfeld</b>	42	46	40	39	52	40	48
<b>Anteil derer, die nicht bereit sind, mehr als 400 € für eine verbesserte Sicherheit zu zahlen.</b>	64	71	76	69	68	72	64
<b>Anteil derer, die nicht bereit sind, mehr als 400 € für ein verbessertes Infotainment zu zahlen.</b>	86	84	84	79	76	88	78
<b>Anteil derer, die nicht bereit sind, mehr als 400 € für eine verbesserte Autonomie zu zahlen.</b>	66	67	70	59	61	70	62
<b>Anteil derer, die nicht bereit sind, mehr als 400 € für eine verbesserte Konnektivität zu zahlen.</b>	76	79	79	74	70	80	69
<b>Eine verbesserte Konnektivität ist ein Vorteil.</b>	33	36	42	63	49	54	55
<b>Vorbehalte, dass biometrische Daten gesammelt und mit externen Partnern ausgetauscht werden.</b>	62	62	54	36	54	44	49

Quelle: Deloitte (2020)

Solche Ergebnisse aus internationalen Umfragen, die fast ausschließlich von den großen, international tätigen Beratungsfirmen durchgeführt werden, haben eine hohe mediale und politische Wirkung. Aus sozialwissenschaftlicher Sicht sind sie jedoch nahezu bedeutungslos resp. bestätigen sie immer wieder bekannte grobe Tendenzen. Zum einen sind solche Daten stark abhängig von der Qualität der Erhebungen: Wurden sie wirklich repräsentativ für das jeweilige Land (sozial und räumlich differenziert) erhoben? Zum anderen werden nur Durchschnittswerte und keine Informationen über unterschiedliche Bewertungen zwischen sozialen Gruppen und siedlungsstrukturellen Gegebenheiten (z. B. Stadt-Land) vermittelt. Solche Studien dienen vor allem der Akquise von Beratungsaufträgen, weniger jedoch wirklicher Erkenntnis über Vorbehalte und Offenheiten.

Ein anderer Zugang kommt aus der Psychologie, wobei erklärt wird, wie „Menschen an sich“ (im Sinne eines menschlichen Grundmusters) Entscheidungen treffen. Jing et al. (2020) haben in einer Sekundäranalyse aus über 75 internationalen Studien zur Akzeptanz automatisierter Fahrzeuge, die zwischen 2013 und 2019 erschienen sind, die wesentlichen Faktoren herausgearbeitet, die über die Akzeptanz des avV entscheiden. Das sind zum einen Persönlichkeitsmerkmale (Vertrauen, erkennbarer Nutzen der Technologie, Bequemlichkeit der Nutzung und

soziale Kontrolle) und zum anderen Merkmale und Auswirkungen, welche die automatisierten Fahrzeuge selbst betreffen (Sicherheit des Fahrens, finanzielle Rahmenbedingungen als generelle Merkmale und Datensicherheit, persönliche Sicherheit, Erfüllen der Mobilitätsbedürfnisse, Umweltfreundlichkeit, Fahrkomfort, Identifikation mit dem Fahrzeug und die Bewertung der Fahrzeit als weitere Merkmale).

Aber auch hier gibt es zwei grundsätzliche Schwächen: Es werden erstens Aussagen aus unterschiedlichen technischen, kulturellen, räumlichen und politisch-planerischen Kontexten zusammengefasst und als „menschliche Akzeptanz“ analysiert, ohne Probleme der Übertragbarkeit und Kontextabhängigkeit zu reflektieren. Das ist insofern bedeutsam, weil in den meisten Studien von vollautomatisierten Fahrzeugen der SAE-Stufe 5, d. h. von bislang nicht vorhandenen Bedingungen, ausgegangen wird. Zweitens wird nicht nach sozialen Gruppen oder siedlungsstrukturellen Typen unterschieden, was vor dem Hintergrund zunehmender gesellschaftlicher Ausdifferenzierung notwendig wäre.

### 3.3 INTEGRIERENDE ANSÄTZE

Ziel der „integrierenden“ Ansätze ist, sowohl den Technik- als auch den Sozialdeterminismus zu überwinden und die Entwicklung der Technologie/Technik in unmittelbarem Zusammenhang (als „seamless web“) mit gesellschaftlichen, d. h. naturwissenschaftlichen, ökonomischen, politischen, sozioökonomischen und soziokulturellen Bedingungen sowie deren Entwicklung zu sehen. In kritischer Distanz zu den einseitigen Sichtweisen wurden seit den 1980er Jahren – durchaus auch untereinander abgrenzend – unterschiedliche Ansätze entwickelt (vgl. Häußling 2014: 226–278). Ein wesentlicher Teil basiert auf einer konstruktivistischen Sichtweise (vgl. Berger/Luckmann 1969). Demnach gibt es keine „objektive Wirklichkeit“, sondern Menschen erzeugen mit Hilfe ihrer Sinnesorgane, mit ihren jeweiligen kognitiven Fähigkeiten und Interpretationsmustern jeweils „subjektive Wirklichkeiten“, die handlungsleitend sind. Innerhalb des Konstruktivismus gibt es jedoch unterschiedlich radikale Sichtweisen (vgl. Knorr-Cetina 1989).

Demzufolge ist Technik nicht wertfrei, ist nicht „plötzlich da“, kennt keinen einzelnen Erfinder, hat immer einen Orts- und Zeitbezug (= sozialer Kontext aus Machtrelationen und Interessenskonstellationen) und ist immer dynamisch zu betrachten. Technische Produkte sind also immer das Ergebnis von Aushandlungsprozessen sehr unterschiedlicher AkteurInnen, wobei die Marktdurchdringung nur ein Indikator ist. Bereits im Vorfeld von Prototypen werden Bilder über (nicht) wünschbare Zukünfte entwickelt, werden Sachzwanglogiken formuliert sowie Argumente und Institutionen aus dem Diskurs ausgeblendet.

Bemerkenswert ist, dass die Rolle der Wissenschaft bei der Konstruktion von „Fakten“ nur bei wenigen Ansätzen berücksichtigt wird. Ausnahmen bilden die wissenssoziologischen Ansätze des „Edinburgh Strong Programme“ (ESP; vgl. Bloor 1999) und das „Empirical Programme of Relativism“ von Collins (1981). Im Gegensatz zum amerikanischen Soziologen Robert K. Merton, der naturwissenschaftliche Erkenntnisse als eindeutig betrachtet, sieht der Ansatz des ESP auch diese Erkenntnisse als soziale Konstruktion an. Daraus entstehe die Notwendigkeit, die Interessenskonstellationen hinter der Durchsetzung naturwissenschaftlicher „Wahrheiten“ zu betrachten.

Collins (1981) kritisiert die Ansätze, bei denen sich die WissenschaftlerInnen nur mit „der Welt da draußen“ auseinandersetzen, aber die eigene Rolle negieren. Er betrachtet die innerwissenschaftlichen Aushandlungsprozesse in drei Stufen. Interessant ist, dass er auch den naturwissenschaftlichen Untersuchungsanordnungen eine „interpretative Flexibilität“ zuordnet, die insbesondere für die Kommunikation und Wirkmächtigkeit der Ergebnisse relevant ist (Reputation, rhetorische Fähigkeiten). Im zweiten Schritt setzt sich dann eine Sichtweise durch, u. a. auch,

weil alternative Perspektiven nicht mehr weiterverfolgt werden<sup>11</sup>. Im dritten Schritt werden diese „Erkenntnisse“ Gegenstand politischer Entscheidungen und gesellschaftlicher Überzeugung<sup>12</sup>. Aber auch hier wird nicht zwischen den Natur- und Technikwissenschaften auf der einen und den Sozial- und Geisteswissenschaften auf der anderen Seite unterschieden, denn zwischen ihnen verlaufen nach wie vor starke Schließungsprozesse (beispielsweise über die Akzeptanz unterschiedlicher Methoden resp. die Bedeutung mathematischer Logik).

### **Science and Technology Studies (STS)**

Aufgrund eines zunehmend dynamischen und tiefgreifenden sozialen Wandels ist mit der Science and Technology (STS)-Forschung<sup>13</sup> seit dem Ende der 1980er Jahre eine neue Sichtweise in der Techniksoziologie und ein hochgradig interdisziplinäres Forschungsfeld entstanden (vgl. Bijker et al. 1987). Durch die Erweiterung um Wissenschaftsphilosophie, Technikgeschichte und Techniksoziologie wurden neben den quantitativen Methoden auch qualitative angewandt (ethnografische Methoden, Interviews, Diskursanalyse etc.; vgl. Beck et al. 2012: 11). Mit einer zunehmenden Orientierung an den Herstellungsbedingungen von Technologien und Technik kamen auch noch Steuerungs- und Governanceanalysen hinzu.

Die zentrale sozialkonstruktivistische These besagt, dass sowohl Wissenschaften als auch Technologien und Techniken sozial konstruierte Kulturen sind (vgl. Pinch/Bijker 1987: 21). In diesem Zuge wird der Sinn von ort- und zeitungebundener Erkenntnis bezweifelt – wie es die Naturwissenschaften nahelegen – und auch die Rationalität wird als „relativ zu einer umgebenden Kultur und relativ auf die Gemengelagen, in denen sich behaupten lässt, rationales zu finden und in denen sich rationales behaupten muss“, gesehen (Beck, S., et al. 2012: 224).

Aktuell stehen die neuen Herausforderungen durch die KI und ihre Auswirkungen auf die Mensch-Maschine-Schnittstellen im Mittelpunkt des Interesses, was insbesondere bei der Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge (IoT) bedeutsam wird. Letztlich ist aber die Geschwindigkeit und Tiefe des technologischen Wandels nicht zuletzt eine politische Frage.

### **Large Technology Systems (LTS)**

Aus sozialkonstruktivistischer Sichtweise und innerhalb der des STS-Ansatzes beschäftigt sich der Technikhistoriker Hughes (1987) mit technischen Großsystemen (Large Technology Systems – LTS). Um funktionsfähig zu sein, bestehen technische Systeme aus „nahtlos miteinander verbundenen Elementen“ („seamless web“) wie physische Artefakte, Organisationen, natürliche Ressourcen, wissenschaftliche Elemente und legislative Regelungen. „Groß“ ist ein Techniksystem, wenn es geografisch weit verbreitet ist, wenn es eine lange Wirkungsdauer aufweist, wenn es aus komplexen Technologien und Techniken besteht, die koordiniert werden müssen, und wenn der Vernetzungsgrad hoch ist – alle diese Aspekte treffen eindeutig auf das System des automatisierten und vernetzten Verkehrs zu. Ein großes technisches System setzt sich nach Hughes (ebd.: 57–77) in sieben Schritten durch (siehe Übersicht 3).

Da das automatisierte und vernetzte Fahren erst am Beginn der Entwicklungen steht, ist es aus sozialwissenschaftlicher Sicht wichtig, sich mit den „system builder“ zu beschäftigen. Wer sind

---

11 Beispielsweise, indem man auf batteriegetriebene Fahrzeuge als einzige postfossile Antriebsart setzt.

12 Die aktuellen Analysen der Corona-Pandemie sowie die Maßnahmen zu deren Beherrschbarkeit sind ein gutes Beispiel für die Relevanz dieses Ansatzes.

13 Unter dem Kürzel STS werden bisweilen auch Science, Technology and Society Studies verstanden.

sie? Wie agieren sie? Welche Stakeholder setzen sich wann mit welchen Argumenten durch? Interessant ist darüber hinaus, wie sich der „technologische Stil automatisierter Mobilität“ entwickelt und verfestigt. Wie verbinden sich die Diskurse des technologischen Transfers mit denen der Akzeptanz? Darüber hinaus ist es für politisch-planerische Entscheidungen wichtig, wie mit den „system builder“ umgegangen wird und wie sichergestellt wird, dass deren Interessen nicht die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung gefährden (vgl. Rupperecht et al. 2018).

**Übersicht 4:** Sieben Stufen der Entwicklung großer Techniksyste (LTS; nach Hughes 1987)

	<b>Schritte</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Erfindung	soziotechnische Entwicklung, meist als disruptive Erfindung
2	Entwicklung	Überführen in eine zukunftssträchtige Technikentwicklung durch ‚system builder‘ unter Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer, politischer und sozialer Aspekte
3	Innovation	Umsetzen der Entwicklung der Techniken in marktfähige Produkte/Systeme (Herstellung, Vermarktung, Distribution, Serviceleistungen)
4	Technologischer Transfer	Anpassen der marktfähigen Produkte/Systeme an unterschiedliche zeit- und raumabhängige Kontexte
5	Technologischer Stil	Erfahrungen mit der Anwendung der Produkte/Systeme, die sich zum einen als Mainstream in der Anwendung entwickeln und zum anderen in der schrittweisen Weiterentwicklung genutzt werden.
6	Wachstum, Wettbewerb, Konsolidierung	Als disruptive Innovation muss sie sich gegen etablierte Techniksyste (LTS) und deren Lock-in-Effekte durchsetzen.
7	Momentum	Phase selbsttragender Produkte/Systeme mit einer festen Etablierung im Markt

Quelle: eigene Darstellung nach Häußling (2014: 246–248) und Tarmann (2018: 38f.)

**Akteur-Netzwerk-Studien (ANT)**

Die Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT) ist ein sozialwissenschaftlicher Ansatz, der seit den 1980er Jahren innerhalb der Science and Technology Studies (STS) entwickelt wurde, um wissenschaftliche und technische Innovationen zu erforschen und zu erklären. Sie gilt als prominenteste Theorie innerhalb der STS, ist allerdings auch umstritten, weil sie der Materialität eine prägende Rolle für die soziotechnischen Konstellationen zuspricht und weil bezweifelt wird, ob sie eine Theorie sei oder doch nur eine (deskriptive) Methode (vgl. Latour 1996, Gad/Bruun Jensen 2010). Die ANT wurde im weiteren Verlauf zu einer umfassenden soziologischen Theorie und Forschungsmethode entwickelt. Sie hat sich als eigenständige Position innerhalb der Soziologie zwischen technischem und sozialem Determinismus etabliert.

Die maßgeblichen theoretischen Beiträge zur Akteur-Netzwerk-Theorie stammen vor allem von Callon (1999), Law (2006) und Latour (2007) und wurden überwiegend im Kontext der STS erarbeitet. Während die frühen Forschungsarbeiten vor allem die Produktion und Funktionsweise von Wissenschaften und Technologien untersuchten, arbeitete sich die Akteur-Netzwerk-Theorie später an den Grundbegriffen der Soziologie ab.

Folgt man den Ansätzen der ANT, agieren Menschen niemals als alleinige AkteurInnen, sondern immer in Abhängigkeit zu anderen AkteurInnen oder Entitäten. Deshalb ist auch von Akteursnetzwerken die Rede. Zudem werden soziale, technische und natürliche Objekte weder ausschließlich durch natürliche oder technische Faktoren noch ausschließlich durch soziale Faktoren verursacht angesehen, d. h., man versucht, sowohl den Technik- als auch den Sozialdeterminismus zu überwinden.

Kerngedanke der Akteur-Netzwerk-Theorie ist, dass die Gesellschaft sich aus verschiedenen Elementen zusammensetzt und netzwerkartig verfasst ist. Nach Law (2006: 431) ist die zentrale Erkenntnis der ANT, dass „das Soziale“ nur in Form strukturierter Netzwerke existiert, die aus heterogenen Materialien bestehen. Diese Netzwerke umfassen nicht nur soziale AkteurInnen, sondern auch materielle Dinge wie technische Artefakte oder diskursive Konzepte (vgl. Peuker 2010).

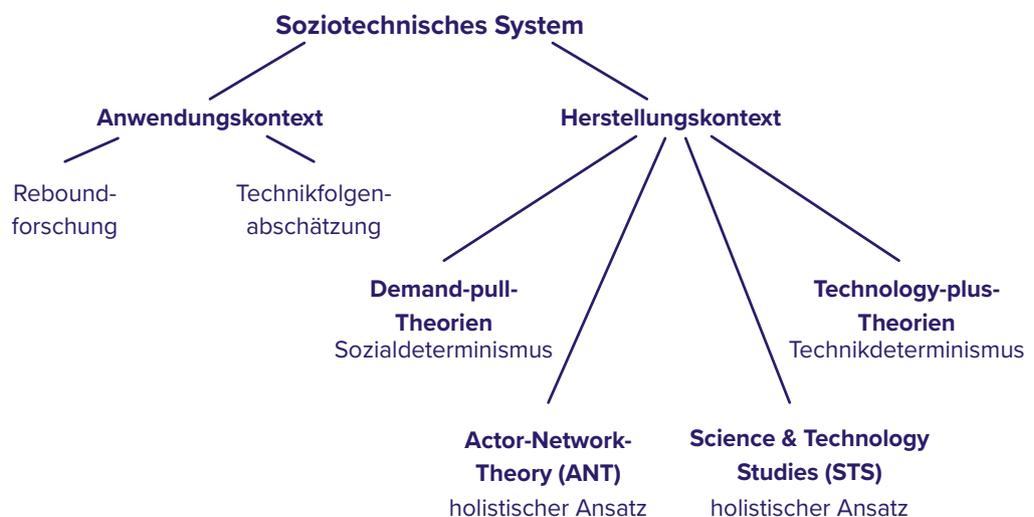
Das bedeutet, dass man die künftige automatisierte und vernetzte Mobilität weder allein über ihre Stakeholder noch über technologische Erfindungen oder die Narrationen zum avV in politischen Strategien, Medien und der Werbung allein erfassen sollte, sondern es ist notwendig, die gegenseitigen Durchdringungen und die jeweiligen zeit- und raumbundenen Netzwerke in ihrer Gänze zu analysieren.

Zentraler Untersuchungsgegenstand der ANT ist der Zusammenschluss unterschiedlicher Elemente zu mehr oder weniger kohärenten AkteurInnen. Von zentralem Interesse sind Assoziationen, die zwischen verschiedenartigen (heterogenen) Entitäten entstehen – also zum Beispiel die wechselseitige Relation zwischen technischer Entwicklung, veränderten Prioritäten der Forschungsförderung und politischen Strategien zur Antriebs-, Verkehrs- und Mobilitätswende. Mit der ANT werden daher Verbindungen aufgezeigt, die ebenso materiell (zwischen Dingen) als auch semiotisch (zwischen Konzepten) bestehen.

Mit der Akteur-Netzwerk-Theorie wird zu erklären versucht, wie sich materiell-semiotische Netzwerke bilden, um als Ganzes zu handeln (z. B. ist der automatisierte Verkehr sowohl ein Netzwerk als auch ein Akteur, und für manche Zwecke agiert er als eine einzige Entität). Als einen Teilaspekt hiervon betrachtet die ANT explizite Strategien, die dazu dienen, verschiedene Elemente zusammen in ein Netzwerk zu integrieren, damit sie nach außen hin als ein kohärentes Ganzes erscheinen.

Die Netzwerke sind jedoch nicht an sich kohärent und können Konflikte enthalten, weil unterschiedliche Interessen einfließen und unterschiedliche Narrationen erzeugt werden (z. B. können Konflikte zwischen den Fahrzeugherstellern und den staatlichen Zulassungsstellen resp. Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung gegenüber automatisierten Fahrzeugen entstehen; vgl. Jing et al. 2020); sie treten immer im Rahmen des Aushandelns von Interessen unterschiedlichen Gewichts auf. In Abbildung 1 sind die unterschiedlichen Ansätze der Techniksoziologie grafisch verortet.

**Abbildung 1:** Analytische Ansätze der Techniksoziologie



Quelle: eigene Darstellung

## 4. DER ANSATZ VON GEELS – UND WARUM ER ZU KURZ GREIFT

*„[Technological transitions] [...] do not only involve changes in technology, but also changes in user practises, regulation, industrial networks, infrastructure, and symbolic meaning or culture“ (Geels 2002: 1257).*

Der niederländische STS-Forscher Frank W. Geels setzt sich mit technologischen Innovationen im Kontext soziotechnologischer Transitionen auseinander. Er grenzt sich von denjenigen techniksoziologischen Ansätzen ab, nach denen Technologie keine Eigenschaften hätte, keine Macht und eben „nichts tue“. Dazu entwickelte er in unterschiedlichen Forschungskontexten das Konzept des „technologischen Regimes“ von Nelson und Winter (1982) zu einem soziotechnischen Regime weiter, indem er den Kreis der AkteurInnen erweiterte und eine größere Aufmerksamkeit auf deren Fertigkeiten, Ressourcen und Interessen legte.

Auch Kanger et al. (2018: 48) distanzieren sich von den reinen Anwendungsansätzen von Techniken und Technologien. Diese seien in der Regel nur auf einzelne Gruppen gerichtet, die zudem meist lediglich in „early adopters“ oder „laggards“ eingeteilt werden. Diese Modelle seien darüber hinaus statisch und würden demnach die Wechselseitigkeit von Herstellung und Anwendung, also die „co-creation“ ausblenden. Im Weiteren wird zumindest implizit von einem linearen Ablauf des Wandels ausgegangen und werden jene Entwicklungsprozesse und Auseinandersetzungen ausgeblendet, welche die politische Kultur, die Wertvorstellungen, die politische Maßnahmen und das Verhalten der Anwendenden des soziotechnischen Systems prägen (vgl. Geels 2004).

„Technological diffusion“ wird in diesem Ansatz verstanden

*„[...] as a process of co-construction of the entire configuration of socio-technical systems, including the focal technology and the environments in which it will function“ (Kanger et al. 2018: 48).*

Die Autoren gehen insofern klassisch systemtheoretisch vor, indem sie in das (Sub-)System („technology“) und ein Umfeld unterscheiden, in dem Technik hergestellt und angewendet wird. Darauf aufbauend hat ihr Ansatz nach eigener Einschätzung drei Vorteile (vgl. ebd.: 48f.):

1. Es werden nicht nur die Anwendenden der Technologien berücksichtigt, sondern auch andere soziale Gruppen.
2. Es wird der Blick darauf geöffnet, dass die Eigenschaften soziotechnischer Systeme nicht von vornherein bekannt sind, sondern dass sich Märkte, deren Steuerung, Infrastrukturen, AkteurInnen, Präferenzen und Symbole erst im Verlauf der Marktdurchdringung herausbilden.
3. Es wird dadurch sichtbar, dass soziotechnische Prozesse unterschiedliche Verläufe nehmen können, weil die Richtung und Intensität der Innovationen durch die Auseinandersetzungen zwischen den „system builder“, bestimmt werden.

Konkret gehen hinsichtlich der Verbreitung von Innovationen Kanger und seine Ko-Autoren von fünf relevanten Dimensionen „gesellschaftlicher Einbettung“ aus (ebd.: 49f):

1. *Einbettung in das Umfeld der „user“* (im weiteren Sinne): Sie gehen dabei über die FahrerInnen von Pkws hinaus, indem sie beispielsweise auch andere Verkehrsteilnehmende,

den Kraftfahrzeughandel, die Medien, Polizei, Politik und planende Verwaltung einbeziehen, um die neuen Technologien in professionelle und private Alltagsroutinen einbringen zu können<sup>14</sup>. Das erfordert sowohl „kognitive Arbeit“ und „symbolische Arbeit“ als auch „praktische Arbeit“<sup>15</sup>.

2. *Einbettung in das unternehmerische Umfeld:* Dieser Bereich richtet sich auf die industrielle Entwicklung, die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, Angebots- und Verteilungsketten sowie Reparaturwerkstätten. Interessant ist hierbei das Augenmerk auf Innovationen, die von neuen Marktteilnehmenden ausgehen und den Niedergang der traditionellen Strukturen bewirken (hier nehmen sie Bezug auf Schumpeter).
3. *Kulturelle Einbettung:* Die Artikulation positiver Diskurse, Narrationen und Visionen erzeugen eine kulturelle Legitimation und befördern die gesellschaftliche Akzeptanz der neuen Techniken. Negative Diskurse über traditionelle und positive über neue Techniken beeinflussen Verbraucherpräferenzen und die politische Unterstützung. Die kulturelle Einbettung ist demnach ein widersprüchliches und umkämpftes Feld, weil hier unterschiedliche Interessen aufeinanderstoßen.
4. *Regulatorische Einbettung:* Hier steht vor allem die Rolle des Staates (Politik und planende Verwaltung) im Mittelpunkt, welche durch das Setzen von Standards und Verordnungen die Produktion, den Markt und die Anwendung von Techniken (mit)gestalten.
5. *Einbettung in eine transnationale Gemeinschaft:* Die internationale Einbettung fördert durch das wechselseitige Lernen den Austausch von Erfahrungen, die Konsultation und das Aushandeln. Ein Konsens über Standards unterstützt eine gemeinsam geteilte Sichtweise auf Technologien<sup>16</sup>.

Kanger et al. (2018) übersehen mit ihren fünf Dimensionen der Einbettung jedoch, dass diese unterschiedlich gelagert sind. Rein funktional bilden die steuernden Rahmenbedingungen der Politik (und planenden Verwaltung) eine Reihe von Schnittstellen der Förderung und Reglementierung mit dem unternehmerischen Feld. Die drei anderen Bereiche der Einbettung liegen auf völlig anderen Ebenen.

---

14 Die Autoren verfolgen – ohne dieses explizit auszuführen – den Ansatz des „akteurzentrierten Institutionalismus“ (vgl. Mayntz/Scharpf 1995), wonach Menschen immer in Akteurskonstellationen handeln. Ihre Zielsetzung und Interessen richten sich nach den externen Vorgaben des jeweiligen institutionellen Kontextes und der eigenen dauerhaften Handlungsorientierung sowie nach situativen Handlungsmotiven. Häußling (2014: 250) unterstreicht die Bedeutung dieses Ansatzes für die technologiepolitische Steuerbarkeit großer technischer Systeme, d. h. der Technikentwicklung selbst und der Steuerung von Infrastruktursystemen.

15 Interessant ist, dass hier die Rolle der (interpretativen) Wissenschaft von den AutorInnen ausgeblendet wird.

16 Bei der Darstellung dieser Ebene beziehen sich Kanger et al. (2018) auf die Perspektive eines historischen Transnationalismus, der Automobilität und nachhaltiger Entwicklungen. Aus meiner Sicht ist die Darstellung einseitig positiv und daher realitätsfern, weil gerade im Wettstreit um die Ökonomisierung technischer Innovationen Nationalstaaten und Unternehmen in heftiger Konkurrenz zueinander stehen und sich eher abschotten resp. allenfalls kooperieren, um die Konkurrenz positiver zu gestalten. Selbst der (unterschlagnene) Bereich der Wissenschaften ist kaum von den Bemühungen um Konsens und Kooperation gekennzeichnet.

Die transnationale Ebene ist keine eigene Dimension, sondern stellt lediglich eine Maßstabsverschiebung auf die internationale Ebene dar (vgl. den „Scales“-Ansatz von Brenner 2019). Das Feld der kulturellen Einbettung beschreibt die Art der Auseinandersetzung, die Argumente und die „Waffen“, mit denen auf jeder der Ebenen und zwischen unterschiedlichen Ebenen „gekämpft“ wird. Dazu gehört auch die regulatorische Einbettung, die ebenfalls von unterschiedlichen Kulturen und Machtkonstellationen geprägt ist.

Schließlich kann die Dimension der „User“ nicht von den anderen Dimensionen getrennt werden, weil gerade nach dem Selbstverständnis ihres eigenen Ansatzes der Prozess der technischen Entwicklung von sehr unterschiedlichen AkteurInnen beeinflusst wird – in der Politik, in den Unternehmen, auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene. Die wechselseitige Beeinflussung erfolgt immer und ausschließlich im Rahmen der an Ort und Zeit gebundenen kulturellen Einbettung.

Aufbauend auf verschiedenen Arbeiten aus seinen unterschiedlichen Forschungskontexten der „Multi-Level Perspective on Technology Transitions“ (MLP; vgl. Kemp 1994, Rip/Kemp 1998) entwickelte Geels (2002: 1260–1263) einen Mehrebenenansatz, den er in verschiedenen Publikationen auf die Transformation unterschiedlicher Technologien und Techniken angewendet und dabei sein Modell weiterentwickelt hat (vgl. Geels 2004, 2005, 2006, 2011, 2012; Geels et al. 2012). Auf der Landschaftsebene unterscheiden Geels und Schot (2007: 404) anhand der Dynamik von vier Aspekten – Frequenz, Amplitude, Geschwindigkeit und Umfang – vier Typen der Veränderung: normale Veränderung (langsam und inkrementell), spezifischer Schock (plötzliche starke Veränderung in nur wenigen Dimensionen, die zum Wiedereinpendeln in den ursprünglichen Zustand führt), disruptive Veränderung (unregelmäßige, langsame Veränderungen, die nur wenige Dimensionen betreffen<sup>17</sup>) und „Lawine“ (das Ausmaß, das Tempo und die Reichweite der Veränderung sind sehr hoch).

Im Mittelpunkt der Überlegungen steht das soziotechnische Regime auf der Mesoebene, das aus sieben Elementen besteht: Technologie, Infrastrukturen, industrielle Netzwerke und unternehmerische Strategien, technisch-wissenschaftliches Wissen, sektorale Politiken, Märkte und Praktiken der Anwendenden sowie die symbolische Bedeutung (siehe Abb. 2). Diese Regimes stehen jedoch im Rahmen eines konkreten territorialen Kontexts (das kann eine Industrieregion sein, meist wird darunter jedoch ein Nationalstaat verstanden) und in eine (globale) Landschaft der (langsamen) Entwicklungen (Makroebene) eingebunden.

Auf der Mikroebene werden nach Kemp et al. (2001) technologische Nischen verortet, die als „Räume der Inkubation“ für radikale Erneuerungen angesehen werden und aus denen die technischen Innovationen hervorgehen.

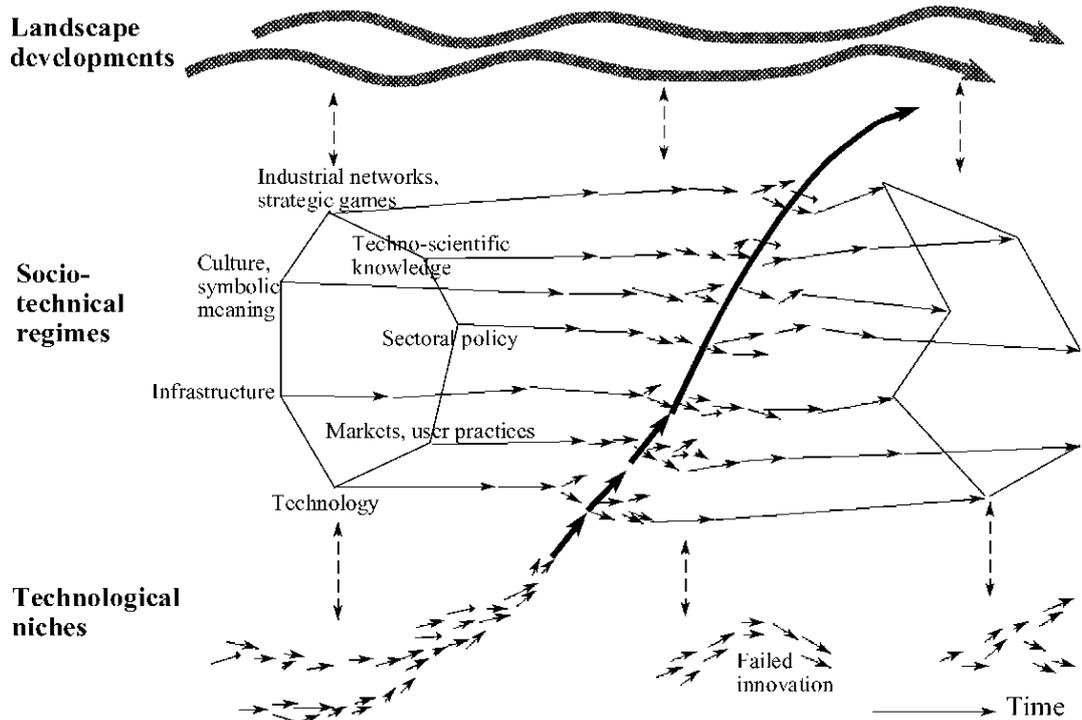
In einer Reaktion auf unterschiedliche Kritiken an seinem Ansatz hat Geels (2011) sein Modell spezifiziert. Nun räumt er ein, dass die „soziotechnischen“ Landschaften auf der Makroebene als „exogener Kontext“ fungieren und von dort sehr wohl auch ein Druck auf das soziotechnische Regime auf der Mesoebene ausgehen kann, der Neues ermöglicht. Das soziotechnische Regime sieht er nach wie vor in einem „dynamisch-stabilen Gleichgewicht“, das auch die Nischen beeinflusst (durch Erwartungen an deren Innovationen und in Netzwerke eingebunden<sup>18</sup>).

---

17 Ich finde die Bezeichnung „disruptiv“ für diesen Veränderungstyp nicht angemessen, weil im üblichen Verständnis von Technikforschung damit ein fundamentaler, sehr plötzlicher Wandel verstanden wird – also eher das, was sie als „Lawine“ bezeichnen.

18 In diesen Bereich gehören vor allem auch die Förderungspolitik transnationaler, nationaler, regionaler öffentlicher Einrichtungen sowie unternehmerische Förderungen der universitären und außeruniversitären Forschung, die hier unerwähnt bleiben.

**Abbildung 2:** Eine dynamische Mehrebenenperspektive technologischer Transformationen



Quelle: Geels (2002: 1263)

Für die Anwendung dieses Modells auf den avV muss bezweifelt werden, ob die Rolle der Nischen und die „Landschaft der Entwicklungen“ von Geels richtig eingeschätzt werden. Für die ersten Fahrassistenzsysteme wie ABS mögen technologische Innovationen „bottom-up“ aus den Nischen noch relevant gewesen sein, aber für den Entwicklungsdruck für hoch- und vollautomatische Fahrzeuge ist vor allem der Top-down-Effekt aus den Entwicklungsschwerpunkten der globalen Landschaft verantwortlich (vgl. Berkhout et al. 2004: 62). Von hier wirken sich die Globalisierung, der Wettbewerb unter den großen Automobilherstellern um Marktführerschaften auf unterschiedlich dynamischen Teilmärkten, branchenfremde Unternehmen aus dem IT-Bereich, politische Einflüsse auf die (nationale) Forschungsförderung im Kontext des Standortwettbewerbs, die Bekämpfung des Klimawandels sowie eine zunehmende Kritik an der Automobilität auf die soziotechnischen Regimes aus. Das bedeutet nicht, dass einzelne technische Entwicklungen beispielsweise in den Bereichen der Sensorik, des Datenmanagements, der Vernetzung in Start-ups und Fab-labs entstehen, die jedoch rasch in die großen Unternehmen der IT-Branche, der Zulieferindustrie resp. der Fahrzeughersteller integriert und damit Bestandteil des soziotechnischen Regimes und/oder der „landscape“ werden.

Genus und Coles (2008) kritisieren, dass das Konzept von Geels zu formal und die Aktionen insbesondere der politischen Steuerung unterbelichtet seien. Sie schlagen vor, stärker die im Rahmen der sozialkonstruktivistischen Techniksoziologie entstandenen Ansätze der „Social Construction of Technology“ (SCOT), des Akteur-Netzwerk-Ansatzes (ANT) und des „Constructive Technology Assessment“ (CTA) zu berücksichtigen, weil dort die Interessen und Motivationen der Stakeholder explizit berücksichtigt werden (siehe Abschnitt 3.3).

Mit den Ansätzen der „policy mobilities“ und des „mobility transfers“ soll daher im folgenden Abschnitt das Augenmerk stärker auf Aspekte der Macht und Interessen vor allem auf der Makroebene gerichtet werden. Mit diesen Ansätzen wird analysiert, wie Narrationen aus der

„globalen Landschaft“ mit ihren unterschiedlichen regionalen und kulturellen Kontexten in der Politik und der planenden Verwaltung aufgenommen werden und eine gänzlich neue Dynamik entfalten können. Vor allem auf der Ebene der kulturellen Einbettung werden Narrationen erzeugt, welche die Akzeptanz automatisierter und vernetzter Fahrzeuge erhöhen sollen. Mit diesem Diskurs soll zum einen die Automobilität nicht infrage gestellt und zum anderen ein positives Beispiel für die Digitalisierung installiert werden (vgl. Dangschat 2019).

## 5. „MOBILITY TRANSFERS“ UND „POLICY MOBILITIES“: WARUM DER ENTSTEHUNGSKONTEXT UND DIE ERZEUGUNG VON BILDERN FÜR EINE KRITISCHE ANALYSE SO WICHTIG SIND

*Die Adressaten und Verwender wissenschaftlicher Ergebnisse in Politik, Wirtschaft, und Öffentlichkeit werden „[...] zu aktiven Mitproduzenten im gesellschaftlichen Prozeß der Erkenntnisdefinition – eine Entwicklung von ‚hochgradiger Ambivalenz‘“ (Beck 1987: 250)*

Im Gegensatz zu den dominanten techniksoziologischen Ansätzen der Anwendung von Technologien und Techniken sowie den „bottom-up“ gedachten technischen Innovationen setzen sich aktuelle Mehrebenenanalysen in der Stadt- und Regionalforschung vor allem mit den Strukturen, Prozessen, Interessen und Machtstrukturen auf der (globalen) Makroebene und mit der Herstellung von Narrationen künftiger Entwicklung auseinander (vgl. Farias/Bender 2010). Ausgehend von einer Kritik an neoliberalen Tendenzen der eigenständigen Entwicklung großer Metropolen im Standortwettbewerb unterhalb der Ebene der Nationalstaaten wurde innerhalb der „Policy transfer“ (PT)-Forschung die Frage gestellt, wie Politiken (neoliberal vs. deliberativ), Verwaltungsorganisationen („new public management“), Zielsetzungen und Strategien aus einem politischen System in ein anderes übertragen werden (vgl. Dolowitz/March 2000). Ausgehend von noch stark strukturalistischen Positionen wurde analysiert, wie und warum ein politischer Transfer beispielsweise zwischen der lokalen/regionalen und der nationalstaatlichen Ebene funktioniert (vgl. Evans/Davies 1999). Meist wurden Politiktransfers in einem Land oder einem eher spezifischen Kulturkreis (der „Ersten Welt“) betrachtet. Dazu wurden vor allem die einen Transfer begünstigenden und behindernden Faktoren herausgearbeitet. Als Reaktion auf die anfangs ausschließlich positivistische Auffassung rationaler Entscheidungen wurden innerhalb des PT-Ansatzes zunehmend auch subjektive Prozesse im Politiktransfer berücksichtigt.

Im PT-Ansatz stehen sich zwei (idealtypische) Positionen gegenüber:

- die der Konvergenz aufgrund der Übernahme von (westlichen) Werten, Logiken des Marktes und der Verfasstheit von Demokratien letztlich auch aufgrund der Harmonisierungsbestrebungen internationaler Staatenverbände und
- die der Divergenz aufgrund von unterschiedlichen Pfadabhängigkeiten, Machtkonstellationen, Diskursen, Lernprozessen und politischen Auseinandersetzungen.

Aktuell geht man eher von der Gleichzeitigkeit beider Tendenzen aus. Die Wahrscheinlichkeit der Konvergenz ist umso höher, je stärker eine Neuausrichtung in eine „große Erzählung“ ein-

gebunden ist. Das dürfte auch für die weltweite Durchsetzung des avV gelten. Zum einen gibt es zahlreiche Belege dafür, dass sich die Automobilität im Sinne der Konvergenz in den Industriestaaten und den Schwellenländern rasch ausbreitet resp. stabilisiert. Die Umsetzung und Akzeptanz wird jedoch unterschiedlich verlaufen – nicht prinzipiell, sondern mit einer unterschiedlichen Dynamik.

Die „Urban-policy-mobilities“ (UPM)-Forschung setzt sich von den Positionen des PT kritisch ab. Dabei werden explizit Parallelen zur These der Netzwerkgesellschaft, zur Zweiten Moderne, zum „mobility turn“, zur Akteur-Netzwerk-Theorie und zum Assemblage-Ansatz hergestellt (vgl. McCann/Ward 2012, Künkel 2015: 8f.; siehe Abschnitt 2.1). Danach werden fixe administrative Ebenen immer durchlässiger und zu „scales“ (vgl. Brenner 1998). Aufgrund bestimmter Mixturen aus technischen und administrativen Praktiken werden neue Räume erschlossen und verständlich, indem Territorien „dechiffriert“ und „neu kodiert“ werden („assemblage“; vgl. Deleuze/Guattari 1992: 699).

Gerade in der zunehmenden Konkurrenzsituation der Metropolen werde eine neue Skalierungspolitik betrieben, indem Institutionen und AkteurInnen aus unterschiedlichen Ebenen in ein strategisches Netzwerk eingebunden werden (vgl. Brenner 2019: 206–233). Dazu wird der Kreis der betrachteten AkteurInnen über Politik und Verwaltung hinaus deutlich erweitert.

Zudem wird das Augenmerk der Analyse von organisatorischen Strukturen hin zu Diskursen und Machtkonstellationen gerichtet, indem man nachverfolgt, wie sich Ideen, Konzepte und Strategien über „scales“ und die Zeit entwickelt haben (vgl. Peck/Theodore 2010). In diesem Kontext werden auch Elemente einer ethnografischen Politikforschung angewandt (vgl. Wiesner 2003). Es geht der UPM-Forschung über das beschreibende Wie von Strukturen hinaus, um die Frage des „how, why, where and with what effects policies are mobilised, circulated, learned, reformulated and reassembled“ (McCann/Ward 2012: 326). Es geht also letztlich um die Frage, wie Strategien von welchen „system builder“ mit welchen Argumenten durchgesetzt und wie globale Politikdiskurse auf andere „scales“ „heruntergebrochen“ werden.

Eine besondere Rolle spielt in diesem Kontext die Wissenschaft als Mediator. Sie erzeugt mit den „vehicular ideas“ eine neue Kategorie von Argumenten innerhalb der Diskurse (vgl. McLennan 2004; vgl. zur Konstruktion von Mobilität: Mincke 2016). Aufbauend auf einer Diagnose gegenwärtiger Herausforderungen werden „problemlösende Vorschläge“ in den Diskurs eingebracht, die ein System in eine wünschenswerte Situation bringen sollen<sup>19</sup>. Peck (2012) verdeutlicht diesen Sachverhalt am Diskurs über die „kreative Stadt“, mit dem Unzulänglichkeiten der politischen und administrativen Steuerung überwunden resp. eine nachhaltige Entwicklung ermöglicht werden kann. Diese Sichtweise ist für die Analyse des avV insofern relevant, weil er seitens der nationalstaatlichen und EU-Politik vor allem als der Löser vielfältiger Probleme des Verkehrs und der Mobilität sowie des Umweltschutzes und der Chancengleichheit dargestellt wird.

Vor dem Hintergrund der bereits aktuellen und künftig absehbaren breiten gesellschaftlichen Bedeutung der Digitalisierung und der darin eingebetteten automatisierten und vernetzten Mobilität erscheint es sinnvoll, auf der Basis eines Mehrebenenmodells die soziotechnische Transformation des Verkehrs mit den Ansätzen des „policy transfers“ (PT) und insbesondere der „policy mobilities“ (UPM) zu analysieren – das steht bislang international noch aus.

---

19 Ein gutes Beispiel hierfür sind die Arbeiten von Richard Florida (2002) zur „creative class“, die er als Voraussetzung für eine wettbewerbsfähige Stadtentwicklung propagierte und die weltweit aufgenommen wurde (vgl. Dzudzek 2016: 95 ff.).

## 6. DIGITALISIERUNG UND AUTOMATISIERUNG ALS TREIBER DES SOZIOTECHNISCHEN WANDELS?

*„Die große Transformation beschreibt einen massiven ökologischen, technologischen, ökonomischen, institutionellen und kulturellen Umbruchprozess zu Beginn des 21. Jahrhunderts. [...] Dazu bedarf es] „einer besonderen (transformativen) ‚Literacy‘, d. h. einer Kompetenz, diese Dimension in ihrem Zusammenspiel zu verstehen, und der Kunstfertigkeit, dieses Verständnis in Beiträge zu einer Nachhaltigen Entwicklung umzusetzen“ (Schneidewind et al. 2018: 11).*

Die Globalisierung ist seit den 1980er Jahren eine „große Erzählung“, die vor allem als Chance kommuniziert wird. Wenn man als Nationalstaat oder Unternehmen die eigene ökonomische Position verteidigen oder ausbauen möchte – so eine weltweit verbreitete These – , sollte man sich dieser Herausforderung proaktiv, rasch und konsequent öffnen. Die Globalisierung hat durch die Vernetzung zu einer zunehmend beschleunigten und weiterreichenden Mobilität von Menschen, Waren, Finanzen, Informationen, Technologien, Ideen, Kulturen und Ideologien geführt, was wiederum Gesellschaften, lokale Bindungen und die Bedeutung der Nationalstaaten relativierte (vgl. Beck 2007, Endres et al. 2016).

Im Zuge der aktuellen Corona-Pandemie und dem daraus resultierenden Lock-down in nahezu allen Industriestaaten wurden sehr strikte Ausgangssperren verhängt, welche die Industrie und den Handel heruntergefahren und überregionale Lieferketten unterbrochen haben. Es entstanden Versorgungsengpässe bei Vorprodukten und Waren, vor allem bei Schutzkleidungen und Grundstoffen für Medikamente. Das wiederum hat nicht nur den Verkehr und die Mobilität zumindest zeitweise komplett verändert, sondern hat auch aufgrund des Bewusstseins über starke überregionale Abhängigkeiten zu einer (weiteren) kritischen Reflexion der Globalisierung geführt.

Die Erzählung der Globalisierung wird seit der Jahrtausendwende von der über die technologiebasierte Digitalisierung überlagert, infolge derer u. a. eine Konkurrenz durch die „smart city“ entstand, in der nicht mehr Produktion und klassische Dienstleistungen im Mittelpunkt stehen, sondern Kommunikation, Mobilität und „data management“. Konsequenterweise seien vor allem Technologien und die darauf basierenden Schlüsselindustrien zu fördern, um Life-Sciences, künstliche Intelligenz, das Internet der Dinge und die Industrie 4.0 etc. zu entwickeln (siehe Beitrag 20 von Banerjee et al. in diesem Band). Die Erkenntnisse im Umgang mit der Corona-Krise und den damit verbundenen Erfahrungen bezüglich Homeoffice, Telekonferenzen und dem „distant learning“ werden zu einer weiteren beschleunigten Digitalisierung von Erwerbsarbeit, Ausbildung, Lernen und Alltagskommunikation führen.

Insbesondere in China, Südkorea und Singapur wird zudem davon ausgegangen, dass der avV wichtig dafür sei, um mit der aktuellen Corona-Krise umzugehen, weil selbstfahrende Fahrzeuge dafür genutzt werden können, den öffentlichen Raum gefahrlos überwachen und ggf. desinfizieren resp. benötigte Güter zur Krankenversorgung rasch und sicher befördern zu können. Zudem seien wegen der nicht vorhandenen Ansteckungsgefahr Pflegeroboter sehr gut für die Versorgung von Covid-19-Patienten geeignet. Von „Start-ups“ entwickelte Prototypen sind dort bereits im Einsatz. Im Gegensatz dazu fahren die Automobilhersteller und Zulieferbetriebe in Europa und Nordamerika ihre Investitionen in die Entwicklung der Automatisierung aufgrund der finanziellen Engpässe durch die Corona-Krise zurück.

Die vielfältige und weitreichende technologische Transformation der Digitalisierung im Allgemeinen und der (Weiter-)Entwicklung des avV im Besonderen treffen auf Gesellschaften im Umbruch – letztlich auch in Folge von Globalisierung, Digitalisierung und Klimawandel. Sich verschärfende sozioökonomische Ungleichheiten werden durch „Entgrenzungen“ sowie von Freisetzungen aus traditionellen Strukturen mit der Freiheit und dem Zwang zur Selbstorganisation der Biografien überlagert (vgl. Hitzler 1984, Beck 1995). Damit steigen auch die Ansprüche an eine politisch-planerische Steuerung (Produktion von Sicherheit auf Basis zunehmender Unwägbarkeiten). Gleichzeitig verlieren Nationalstaaten ihre Steuerungskraft und ihren Steuerungswillen, was zu Verunsicherungen, insbesondere in der abstiegsbedrohten gesellschaftlichen Mitte, führt.

Auf diese Situation trifft der Diskurs über die Unausweichlichkeit eines avV. Die Anwendung von Technik verlangt jedoch ein spezifisches Wissen und eine hohe Handlungskompetenz. Damit ist die Art, wie eine Technik angewendet werden kann, eine „Verfügungsgewalt“ und damit eine Machtquelle (vgl. Mackenzie/Wajcman 1985). Die Anwendung neuer Technologien und Techniken hat – ebenso wie die Automobilität – bislang immer dazu geführt, bestehende soziale Ungleichheiten zu verstärken und/oder neue hinzuzufügen (vgl. Cudworth et al. 2013, Urry 2012, Dangschat 2019). Im Kontext der zunehmenden elektronischen Kommunikation im Allgemeinen und der Automatisierung und Vernetzung des Verkehrs sowie des Angebots neuer Mobilitätsdienstleistungen im Besonderen, spielt zudem der ausschließende Zugang zu diesen Systemen über digitale Kanäle („digital divide“) eine bislang wenig beachtete sozial selektive und ausgrenzende Rolle (siehe Beitrag 20 von Banerjee et al. in diesem Band).

Neben den immer wieder kommunizierten potentiellen Vorteilen des avV, insbesondere in Form hoch- und vollautomatisierter Fahrzeuge, muss aber auch die Frage erlaubt sein: Wie ist die Idee des automatisierten Fahrens „in die Welt“ gekommen? Und: Wie ist es dazu gekommen, dass Digitalisierung, Automatisierung und Vernetzung als „unausweichlich“ dargestellt werden, als alternativlos? Im Diskurs über den avV spielen lokale Bedingungen, politisch-planerische Alternativen oder die reservierte Skepsis in der Bevölkerung allenfalls eine untergeordnete Rolle. Hinsichtlich des avV sollte es aber darum gehen, nicht erneut die Siedlungsstrukturen, den öffentlichen Raum und die Verteilung von Standorten den technologischen Bedingungen anzupassen, sondern den avV räumlich und sozial differenziert so umzusetzen, dass er geeignet ist, die notwendigen Antriebs-, Verkehrs- und Mobilitätswenden zu unterstützen (vgl. Rupprecht et al. 2018, Dangschat 2019, Manderscheid 2020 sowie Beitrag 4 von Manderscheid in diesem Band).

Das würde bedeuten, die Diskussion wie folgt sorgfältiger zu unterscheiden:

- nach dem Ausmaß des Automatisierungs- und Vernetzungsgrades, insbesondere für das heterogene und risikoreiche Level 4 (vgl. Mitteregger et al. 2020b),
- nach dem Umfeld, in dem der avV genutzt werden soll (Operational Design Domain – ODD; vgl. Mitteregger et al. 2020b: 60–63), was insbesondere die Möglichkeit einschließt, neben den leistungsfähigen Fernstraßen den ländlichen und kleinstädtischen Raum bevorzugt als Testgebiet zu nutzen (siehe Beitrag 6 von Soteropoulos et al. in diesem Band), sowie
- nach sozialer Selektivität, was die unterschiedliche Kaufkraft, die unterschiedlichen Einstellungen zu direkt und indirekt mit dem avV verbundenen Themen beinhaltet (Automobilität, Technikaffinität, Umwelt- und Klimaschutz, Sharing etc.) und den ausgeweiteten „digital divide“ betrifft (vgl. Dangschat 2019).

Der Komplex des automatisierten und vernetzten Verkehrs kann sicherlich als ein „großes technisches System“ betrachtet werden (siehe Abschnitt 4; vgl. auch Tarmann 2018), das sich

in Europa im Übergang zur Phase der Entwicklung befindet; allenfalls technische Teilsysteme der schrittweise verbesserten Fahrassistenzsysteme befinden sich in der Phase der Innovation (Phase 3)<sup>20</sup>.

Der automatisierte und vernetzte Verkehr wird seitens der Technik- und Ingenieurwissenschaften sowie der Politik auf der EU- und den meisten nationalen Ebenen als ein „sicheres“ Techniksystem dargestellt (vgl. Stickler 2020a), mit dem die Zahl der Unfälle deutlich reduziert wird. Die Sichtweise als deterministische Entlastungsinstanz für soziale Probleme entspricht einem Politikselbstverständnis der „traditionellen Moderne“. Auch wenn die Bewältigung der ersten Phase der Corona-Krise zu einer Stärkung des Vertrauens in den Politikstil des „starken Nationalstaates“ geführt hat, zeigt die aktuelle Entwicklung der „Normalisierung“ deutliche Interessensgegensätze, eine umstrittene Rolle wissenschaftlicher Expertise, das Erstarken des Einflusses „neuer Medien“, einschließlich Verschwörungstheorien und Fake News, d. h., dass wieder die Zweite Moderne als Kontext der politisch-planerischen Steuerung wichtig wird.

Im Weiteren zeigt sich in dieser Entwicklung, dass die tradierten Konzepte politisch-planerischen Handelns nicht mehr greifen und dass es daher neuer Aushandlungsprozesse mit zusätzlichen AkteurInnen und über unterschiedliche „scales“ hinweg bedarf. Es ist zudem zu erwarten, dass die Orientierung an der immanenten Logik von Naturwissenschaften konfliktuell auf die neuen AkteurInnen und insbesondere die Nutzenden von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen treffen. Es handelt sich dabei um Situationen, die von Foerster (1993) als „nichttriviale Maschinen“ bezeichnet werden, weil Wahrnehmungen, Entscheidungen und Prozesse zunehmend nach einer „Eigenlogik“ ablaufen. Hier werden nicht nur die ProduzentInnen und politisch-planerischen Entscheidende vor neue Aufgaben gestellt, sondern auch die Wissenschaften müssen sich ihrer neuen Rolle bewusst sein – das darf sich jedoch nicht darin erschöpfen, die Verantwortung in eine fragwürdige „co-creation“ eines „urban mobility labs“ zu geben.

Folgt man Kesselring (2020) zur Mobilität in der Zweiten Moderne, dann wird künftig der Kontext der Implementierung des avV noch stärker und zunehmend von Unvorhersehbarkeiten und Diskontinuitäten geprägt sein (siehe Abb. 1; vgl. auch Läßle 2011). Dabei werden weiterhin kaum noch Eindeutigkeiten bestehen, sondern zur Problemlösung werden eine Reihe von „Best-Way“-Lösungen nebeneinander entwickelt werden – wie beispielsweise zur Gestaltung der Antriebswende oder von Sharing-Lösungen zur Gestaltung der Mobilitätswende resp. des avV selbst (vgl. Shladover 2016). Das bedeutet für politisch-planerische Lösungen ein gewisses Risiko, die verstärkte Notwendigkeit für ein prozessorientiertes Vorgehen und das Einbeziehen sehr unterschiedlicher AkteurInnen. Zudem sind die institutionellen AkteurInnen auf der nationalstaatlichen Ebene nicht die einzigen Steuernden, denn es werden zum einen multinationale politische Entscheidungen als Rahmensetzungen vorgegeben (vor allem der EU), zum anderen sind die Forschungs- und Entwicklungskonstellationen zunehmend international aufgestellt, entziehen sich staatlicher Steuerung, wobei technologische Innovationen und deren Umsetzung häufig auf „Nischen-AkteurInnen“ basieren (vgl. Kanger et al. 2018).

Mit dem technologisch-orientierten Zugang, d. h. mit der dominanten Logik der Ersten Moderne wird übersehen, dass weder politisch-planerische Strategien noch die Alltagswelt von BürgerInnen im Gegensatz zur mathematischen Logik nicht deterministisch organisiert sind (vgl. Häußling 2014: 218) – es komme vielmehr darauf an, mit welchen Interessen und mit welcher

---

20 Tarmann (2018: 40) sieht das „autonome Fahren“ in der Phase des „technologischen Transfers“. Diese Einschätzung teile ich nicht, weil zum einen nicht sicher ist, ob nicht weitere Erfindungen notwendig sein werden (Phase 1). Zum anderen ist die ökonomische, ökologische, politische und soziale Einbettung (Phase 2) bislang – mit vereinzelt Ausnahmen in Südostasien und Kalifornien – völlig offen.

Macht die jeweiligen institutionellen AkteurInnen innerhalb eines „Handlungskorridors“ agieren (vgl. Mayntz/Scharpf 1995). Die ambivalenten individuellen Handlungen sind daher immer im Kontext widersprüchlicher Systemdynamiken, zeitlicher Flexibilisierungen und räumlicher Fragmentierung zu denken (vgl. Schwedes 2013: 284).

Es reicht also nicht aus, die potentiellen technologischen und technischen Fähigkeiten von Fahrzeugen, Infrastrukturen und deren Vernetzungen zu beschreiben und mittels Szenarien mögliche Auswirkungen auf den Verkehr und die räumliche Entwicklung vorausszusehen, sondern nach Cresswell (2006: 3f.) kommt es vor allem darauf an, wie der avV thematisiert, interpretiert und auf verschiedene Weise als „kommendes und unausweichliches Faktum“ präsentiert wird. In diesem Kontext spielen technische Machbarkeit, politisch-planerische und forschungspolitische Rahmensetzung, Werbung und Marketing zur Mobilität der Zukunft und entsprechende Bilder futuristischer Fahrzeuge und von (Stadt-)Landschaften<sup>21</sup> sowie (sozial) wissenschaftliche Deutungen über gegenwärtige Gesellschaften und Zukunftstrends für die Ausformung von Ideologien über den avV eine wesentliche Rolle.

Diese analytische Trennung in „objektive Fakten“ und „Konstruktion von Realitäten“ lässt sich im foucaultschen Sinne des „archäologischen Zugangs“ (vgl. Foucault 1972) nicht aufrechterhalten, sondern sollte – die Überlegungen von Frello (2008) auf den avV angewandt – auf die Frage eingehen, wie es dazu kommt, dass die Zukunft der Mobilität (und damit auch die Lösung aller Verkehrsprobleme) ausschließlich durch einen hoch- und vollautomatischen Verkehr determiniert sein wird. Fordern Sheller und Urry (2006: 211) auf, die Diskurse um die Mobilität und die Praktiken der Mobilität zu verfolgen, so weist Cresswell (2010: 14) auf die Bedeutung der Machtkonstellationen hin, aus denen die Diskurse und Handlungen zur Mobilität entstehen und gleichzeitig erzeugt und verfestigt werden. Das bedeutet, dass es vor allem die Aufgabe sozialwissenschaftlicher Forschung ist und künftig verstärkt sein sollte, neben der Beschreibung und kritischen Einordnung der (potentiellen) Folgen des avV sich vor allem dem Entstehungszusammenhang und dem Steuerungspotential des avV zuzuwenden.

## LITERATUR

- Albrow, M. 1998. *Abschied vom Nationalstaat*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Appadurai, A. 1996. *Modernity at Large. Cultural Dimensions of Globalization*. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Bamberg, S. 2004. „Sozialpsychologische Handlungstheorien in der Mobilitätsforschung: Neue theoretische Entwicklungen und praktische Konsequenzen“, in *Verkehrsgenese – Entstehung von Verkehr sowie Potenziale und Grenzen der Gestaltung einer nachhaltigen Mobilität*, hg. v. H. Dalkmann, M. Lanzendorf und J. Scheiner. Mannheim: MetaGIS Infosysteme, 51–70.
- Baumann, Z. 2000. *Liquid Modernity*. Cambridge: Polity Press.
- Beck, S., J. Niewöhner und E. Sørensen 2012. *Science and Technology Studies. Eine sozialanthropologische Einführung*. Bielefeld: transcript.
- Beck, U. 1983. „Jenseits von Klasse und Stand? Soziale Ungleichheiten, gesellschaftliche Individualisierungsprozesse und die Entstehung neuer sozialer Formationen und Identitäten“, in *Soziale Ungleichheiten*, hg. v. R. Kreckel. Göttingen: Schwartz, 35–74.

---

21 In den meisten Renderings über künftige urbane Mobilität werden meist lebendige Nutzungen des öffentlichen Raums durch andere Verkehrsträger, in jedem Fall aber Hinweise auf soziale Problematiken oder soziale Ungleichheiten komplett ausgeblendet.

- Beck, U. 1987. *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Beck, U. 1995. „Die ‚Individualisierungsdebatte‘“, in *Soziologie in Deutschland. Entwicklung, Institutionalisierung und Berufsfelder, theoretische Kontroversen*, hg. v. B. Schäfers. Opladen: Leske + Budrich, 185–198.
- Beck, U. 1997. *Was ist Globalisierung? Irrtümer des Globalismus – Antworten auf Globalisierung*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Beck, U. 2007. *Weltrisikogesellschaft. Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Beck, U. 2016. *The Metamorphosis of the World. How Climate Change is Transforming Our Concept of the World*. Cambridge/Malden, MA: Polity.
- Beck, U., W. Bonß und C. Lau 2001. „Theorie reflexiver Modernisierung – Fragestellungen, Hypothesen, Forschungsprogramme“, in *Die Modernisierung der Moderne*, hg. v. U. Beck und W. Bonß. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 11–59.
- Beck, U., W. Bonß und C. Lau 2004. „Entgrenzung erzwingt Entscheidung: Was ist neu an der Theorie reflexiver Modernisierung?“, in *Entgrenzung und Entscheidung*, hg. v. U. Beck und C. Lau. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 13–61.
- Beck, U., A. Giddens und S. Lash 1996. *Reflexive Modernisierung. Eine Kontroverse*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Berger, P. L., und T. Luckmann 1969. *Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit. Eine Theorie der Wissenssoziologie*. Frankfurt am Main: Fischer.
- Berkhout, F., A. Smith und A. Stirling 2004. „Socio-technical regimes and transition contexts“, in *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, hg. v. B. Elzen, F. W. Geels und K. Green. Cheltenham: Edward Elgar, 48–75.
- Bijker, W., T. P. Hughes und T. J. Pinch (Hrsg.) 1987. *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bloor, D. 1999. „The Strong Programme in the Sociology of Science“, in *Scientific Inquiry*, hg. v. R. Klee. New York: Oxford University Press.
- Bonß, W., und S. Kesselring 2001. „Mobilität am Übergang von der Ersten zur Zweiten Moderne“, in *Die Modernisierung der Moderne*, hg. v. U. Beck und W. Bonß. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 177–190.
- Braun, S., S. Schatzinger, C. Schaufler, C.-M. Rutka und N. Fanderl 2019. „Autonomes Fahren im Kontext der Stadt von morgen (AFKOS)“. Stuttgart: Fraunhofer IAO. [http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn\\_nbn\\_de\\_0011-n-5436689.pdf](http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-5436689.pdf) (23.6.2020).
- Brenner, N. 1998. „Between fixity and motion: accumulation, territorial organization and the historical geography of spatial scales“, in *Environment and Planning D: Society and Space* 16, 459–481.
- Brenner, N. 2019. *New Urban Spaces: Urban Theory and the Scale Question*. Oxford: Oxford University Press.
- Callon, M. 1999. „Actor-network theory – the market test“, in *Actor Network Theory and After*, hg. v. J. Law und J. Hassard. Oxford/Malden, MA: Blackwell, 181–195.
- Canzler, W., und A. Knie 2016. „Mobility in the age of digital modernity: Why the private car is losing its significance, intermodal transport is winning and why digitalisation is the key“, in *Applied Mobilities* (1) 1, 56–67.
- Canzler, W. und A. Knie 2019. „Autodämmerung: Experimentierräume für die Verkehrswende“, Strategiepapier. Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung. DOI: 10.25530/03552.4.
- Castells, M. 1989. *The Informational City: Information Technology, Economic Restructuring, and the Urban-Regional Process*. Oxford/Cambridge: Blackwell.
- Castells, M. 2001. *Der Aufstieg der Netzwerkgesellschaft, Teil I der Trilogie „Das Informationszeitalter“*. Opladen: Leske+Budrich.
- Christensen, C. M. 1997. *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Boston: Harvard Business School Press.
- Collins, H. 1981. „Stages in the Empirical Programme of Relativism“, in *Social Studies of Science* 11, 3–10.
- Cresswell, T. 2006. *On the Move. Mobility in the Modern Western World*. New York/London: Routledge.

- Cresswell, T. 2010. „Towards a Politics of Mobility“, in *Environment and Planning D: Society and Space* (28) 1, 17–31.
- Cudworth, E., P. Senker und K. Walker 2013. „Introduction: Contested Futures: Technology, Inequality and Progress“, in *Technology, Society and Inequality. New Horizons of Contested Futures*, hg. v. E. Cudworth, P. Senker und K. Walker. New York: Peter Lang, 1–16.
- Dangschat, J. S. 1998. „Klassenstrukturen im Nach-Fordismus“, in *Alte Ungleichheiten – Neue Spaltungen, Sozialstrukturanalyse 11*, hg. v. P. A. Berger und M. Vester. Opladen: Leske + Budrich, 49–88.
- Dangschat, J. S. 2013. „Eine raumbezogene Handlungstheorie zur Erklärung und zum Verstehen von Mobilitätsdifferenzen“, in *Mobilitäten und Immobilitäten. Menschen – Ideen – Dinge – Kulturen – Kapital, Blaue Reihe – Dortmunder Beiträge zur Raumplanung 142*, hg. v. J. Scheiner, H.-H. Blotevogel, S. Frank, C. Holz-Rau und N. Schuster. Essen: Klartext, 91–104.
- Dangschat, J. S. 2015. „Gesellschaftliche Vielfalt – Heraus- oder Überforderung der Raumplanung?“, in: *Jahrbuch Raumplanung 2015. Department für Raumplanung, Band 3*, hg. v. J. S. Dangschat, M. Getzner, M. Haslinger und S. Zech. Wien/Graz: Neuer Wissenschaftlicher Verlag, 15–38.
- Dangschat, J. S. 2017a. „Automatisierter Verkehr – was kommt da auf uns zu?“, in *Zeitschrift für Politische Wissenschaft 27*, 493–507. DOI: 10.1007/s41358-017-0118-8.
- Dangschat, J. S. 2017b. „Wie bewegen sich die (Im-)Mobilen? Ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Mobilitätsgenese“, in *Verkehr und Mobilität zwischen Alltagspraxis und Planungstheorie. Ökologische und soziale Perspektiven*, hg. v. M. Wilde, M. Gather, C. Neiberger und J. Scheiner. Wiesbaden: Springer, 25–52. DOI: 10.1007/978-3-658-13701-4\_3.
- Dangschat, J. S. 2019. „Automatisierte und vernetzte Fahrzeuge – Trojanische Pferde der Digitalisierung?“, in *Infrastruktur und Mobilität in Zeiten des Klimawandels, Jahrbuch Raumplanung Band 6*, hg. v. M. Berger, J. Forster, M. Getzner und P. Hirschler. Wien: Neuer Wissenschaftlicher Verlag, 11–28.
- Dangschat, J. S. 2020. „Gesellschaftlicher Wandel, Raumbezug und Mobilität“, in *Wechselwirkungen von Mobilität und Raumentwicklung im Kontext des gesellschaftlichen Wandels, Forschungsberichte der ARL 14*, hg. v. U. Reutter, C. Holz-Rau, J. Albrecht und M. Hülz. Hannover: Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft, 32–75.
- Dangschat, J. S., und A. Stickler 2020. „Kritische Perspektiven auf eine automatisierte und vernetzte Mobilität“, in *Digitalisierung und Stadtentwicklung, Jahrbuch StadtRegion 2019/2020*, hg. v. G. Simon. Im Druck.
- Deleuze, G., und F. Guattari 1992. *Tausend Plateaus – Kapitalismus und Schizophrenie II*. Berlin: Merve.
- Deloitte 2019. „2020 Global Automotive Consumer Study: Is consumer interest in advanced automotive technologies on the move? Global focus countries“. <https://tinyurl.com/ybrtrlfu> (30.4.2019).
- Deloitte 2020. „2020 Global Automotive Consumer Study: Is consumer interest in advanced automotive technologies on the move? Europa“. <https://tinyurl.com/y87563bo> (23.6.2020).
- Dolowitz, D. P., und D. Marsh 2000. „Learning from abroad. The role of policy transfer in contemporary policy-making“, in: *Governance* (13) 1, 5–23.
- Dzudzek, I. 2016. *Kreativpolitik. Über die Machteffekte einer neuen Regierungsform des Städtischen*. Bielefeld: transcript.
- Eisenstadt, S. N. 2006. „Die Vielfalt der Moderne: Ein Blick zurück auf die ersten Überlegungen zu den ‚Multiple Modernities‘“, Themenportal Europäische Geschichte. [www.europa.clio-online.de/2006/Article=113](http://www.europa.clio-online.de/2006/Article=113) (3.4.2020).
- Elliott, A. 2018. *The Culture of AI. Everyday Life and the Digital Revolution*. Milton: Routledge.
- Endres, M., K. Manderscheid und C. Mincke 2016. „Discourses and ideologies of mobility: an introduction“, in *The Mobilities Paradigm. Discourses and Ideologies*, hg. v. M. Endres, K. Manderscheid und C. Mincke. Milton Park: Routledge, 1–7.
- Evans, M., und J. Davies 1999. „Understanding policy transfer. A multi-level, multi-disciplinary perspective“, in *Public Administration* (77) 2, 361–385.
- Farias, I., und T. Bender (Hrsg.) 2010. *Urban Assemblages: How Actor-Network Theory changes urban studies*. London/New York: Routledge.
- Florida, R. 2002. *The Rise of the Creative Class. And How it's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life*. New York: Basic Books.

- Foerster, H. von 1993. „Mit den Augen des andern“, in *Wissen und Gewissen. Versuch einer Brücke*, hg. v. S. J. Schmidt. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 350–363.
- Foucault, M. 1972. *Archaeology of Knowledge and the Discourse on Language*. New York: Pantheon.
- Frello, B. 2008. „Towards a Discursive Analytics of Movement: On the Making and Unmaking of Movement as an Object of Knowledge“, in *Mobilities* (3) 1, 25–50.
- Freudental-Pedersen, M., S. Kesselring und E. Servou 2019. „What is Smart for the Future City? – Mobilities and Automation“, in *Sustainability* 11, 221. DOI: 10.3390/su11010221.
- Friedrichs, J., H. Häußermann und W. Siebel 1986. *Süd-Nord-Gefälle in der Bundesrepublik? Sozialwissenschaftliche Analysen*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Gad, C., und C. Bruun Jensen 2010. „On the Consequences of Post-ANT“, in *Science, Technology & Human Values* (35) 1, 55–80.
- Geels, F. W. 2002. „Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study“, in *Research Policy* (31) 8/9, 1257–1274.
- Geels, F. W. 2004. „From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory“, in *Research Policy* (33) 6/7, 897–920.
- Geels, F. W. 2005. *Technological Transitions and System Innovations: A Co-Evolutionary and Socio-Technical Analysis*. Chaltenham: Edward Elgar.
- Geels, F. W. 2006. „Multi-Level Perspective on System Innovation: Relevance for Industrial Transformation“, in *Understanding Industrial Transformation. Views from Different Disciplines*, hg. v. X. Olsthoorn und A. J. Wieczorek. Dordrecht: Springer, 163–186.
- Geels, F. W. 2011. „The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms“, in *Environmental Innovation and Societal Transitions* (1) 1, 24–40. DOI: 10.1016/j.eist.2011.02.002.
- Geels, F. W. 2012. „A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies“, in *Journal of Transport Geography* 24, 471–482. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021.
- Geels, F. W., R. Kemp, G. Dudley und G. Lyons (Hrsg.) 2012. *Automobility in Transition? A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*. London: Routledge.
- Geels, F. W., und J. W. Schot 2007. „Typology of sociotechnical transition pathways: Refinements and elaborations of the multi-level-perspective“, in *Research Policy* (36) 3, 399–417.
- Genus, A., und A.- M. Coles 2008. „Rethinking the multi-level perspective of technological transitions“, in *Research Policy* (37) 9, 1436–1445. DOI: 10.1016/j.respol.2008.05.006.
- Häußling, R. 2014. *Techniksoziologie*. Baden-Baden: Nomos.
- Hajer, M. A., und H. Wagenaar (Hrsg.) 2003. *Deliberative Policy Analysis: Understanding Governance in the Network Society*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hitzler, R. 1984. „Sinnbasteln: zur subjektiven Aneignung von Lebensstilen“, in *Das symbolische Kapital der Lebensstile. Zur Kultursoziologie der Moderne nach Pierre Bourdieu*, hg. v. I. Mörrth und G. Fröhlich. Frankfurt am Main/New York: Campus, 75–92.
- Hoppmann, J. 2015. „The Role of Deployment Policies in Fostering Innovation for Clean Energy Technologies: Insights from the Solar Photovoltaic Industry“, in *Business & Society. A Journal of Interdisciplinary Exploration* (54) 4, 540–558.
- Hoppmann, J., M. Peters, M. Schneider und V. H. Hoffmann 2013. „The Two Faces of Market Support – How Deployment Policies Affect Technological Exploration and Exploitation in the Solar Photovoltaic Industry“, *Research Policy* (42) 4, 989–1003. DOI: 10.1016/j.respol.2013.01.002.
- Hughes, T. P. 1987. „The Evolution of Large Technological Systems“, in *The Social Construction of Technical Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, hg. v. W. E. Bijker, T. P. Hughes und T. Pinch. Cambridge, MA/London: MIT Press, 51–82.
- Jing, P., G. Xu, Y. Chen, Y. Shi und F. Zhan 2020. „The Determinants behind the Acceptance of Autonomous Vehicles: A Systematic Review“, in *Sustainability* 12, 1719. DOI: 10.3390/su12051719.
- Jonuschat, H., A. Knie und L. Ruhrort 2016. „Zukunftsfenster in eine disruptive Mobilität. Teil 1: Mobilität in einer vernetzten Welt“. Berlin: Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ). <https://tinyurl.com/yc3zwee3> (22.6.2020).

- Kanger, L., F. W. Geels, B. Sovacool und J. Schot 2018. „Technological diffusion as a process of societal embedding: Lessons from historical automobile transitions for future electric mobility“, in *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 71 (Juni), 47–66.
- Kemp, R. 1994. „Technology and the transition to environmental sustainability: the problem of technological regime shifts“, in *Futures* (26) 10, 1023–1046.
- Kemp, R., A. Rip und J. W. Schot 2001. „Constructing transition paths through the management of niches“, in *Path Dependence and Creation*, hg. v. R. Garud und P. Karnøe. Mahwah, NJ/ London: Lawrence Erlbaum, 269–299.
- Kesselring, S. 2008. „The mobile risk society“, in *Tracing Mobilities: Towards a Cosmopolitan Perspective*, hg. v. W. Canzler, V. Kaufmann und S. Kesselring. Aldershot/Burlington, VT: Ashgate, 77–102.
- Kesselring, S. 2020. „Reflexive Mobilitäten“, in *Das Risiko – Gedanken über und ins Ungewisse. Interdisziplinäre Aushandlungen des Risikophänomens im Lichte der Reflexiven Moderne. Eine Festschrift für Wolfgang Bonß*, hg. v. H. Pelizäus und L. Nieder. Wiesbaden: Springer VS, 155–193.
- Knorr-Cetina, K. D. 1989. „Spielarten des Konstruktivismus. Einige Notizen und Anmerkungen“, in *Soziale Welt* 40 1/2, 86–96.
- Künkel, J. 2015. „Urban policy mobilities versus policy transfer“, in *sub/urban. zeitschrift für kritische Stadtforschung* (3) 1, 7–24.
- Läpple, D. 2011. „Das Jahrhundert der Städte und die Diversität städtischer Entwicklungsmuster“, in: *Stadt und Urbanität*, hg. v. M. Messling, D. Läpple und J. Trabant. Berlin: Kadmos, 34–64.
- Lash, S. 1999. *Another Modernity: A Different Rationality*. Oxford: Blackwell.
- Latour, B. 1996. „On actor-network theory“, in *Soziale Welt* 47, 374.
- Latour, B. 2007. *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp. Originalausgabe: Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory, Oxford: Oxford University Press, 2005.
- Law, J. 2006. „Notizen zur Akteur-Netzwerk-Theorie: Ordnung, Strategie und Heterogenität“, in *Anthology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*, hg. v. A. Bellinger und D. J. Krieger. Bielefeld: transcript.
- Mackenzie, D., und L. Wajcman 1985. „Introductory essay: the social shaping of technology“, in *The Social Shaping of Technology*, hg. v. D. Mackenzie und L. Wajcman. Milton Keynes: Open University Press.
- Manderscheid, K. 2012. „Automobilität als raumkonstituierendes Dispositiv der Moderne“, in *Die Ordnung der Räume. Geographische Forschung im Anschluss an Michel Foucault*, hg. v. H. Füller und B. Michel. Münster: Westfälisches Dampfboot, 145–178.
- Manderscheid, K. 2014. „Formierung und Wandel hegemonialer Mobilitätsdispositive: Automobile Subjekte und urban Nomaden“, in *Zeitschrift für Diskursforschung* (2) 1, 5–31.
- Manderscheid, K. 2020. „Antriebs-, Verkehrs- oder Mobilitätswende? Zur Elektrifizierung des Automobilitätsdispositivs“, in *Baustelle Elektromobilität. Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität*, hg. v. A. Brunnengräber und T. Haas. Bielefeld: transcript, 37–68.
- Marx, Karl 1867/1969. *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie, Band I*. Berlin: Dietz.
- Mayntz, R., und F. W. Scharpf 1995. „Der Ansatz des akteurzentrierten Institutionalismus“, in *Gesellschaftliche Selbstregulierung und Steuerung*, hg. v. R. Mayntz und F. W. Scharpf. Frankfurt am Main: Campus, 39–72.
- McCann, E., und K. Ward 2012. „Policy assemblages, mobilities and mutations. Towards a multi-disciplinary conversation“, in *Policy Studies* (34) 1, 2–18.
- McLennan, G. 2004. „Travelling with vehicular ideas. The case of the third way“, in *Economy and Society* (33) 4, 484–499.
- Milakis, D., B. van Arem und B. van Wee 2017. „Policy and society related implications of automated driving: a review of literature and directions for future research“, in *Journal of Intelligent Transportation Systems* 21 (4), 324–348. DOI: 10.1080/15472450.2017.1291351.
- Mincke, C. 2016. „From mobility to its ideology: when mobility becomes an imperative“, in *The Mobilities Paradigm. Discourses and Ideologies*, hg. v. M. Endres, K. Manderscheid und C. Mincke. Milton Park: Routledge, 11–33.

- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuvs und I. Banerjee 2020a. *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*. Berlin: Springer Vieweg.
- Mitteregger, M., E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuvs und I. Banerjee 2020b. „Automatisierter und vernetzter Verkehr im Langen Level 4“, in *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa*, hg. v. M. Mitteregger, E. M. Bruck, A. Soteropoulos, A. Stickler, M. Berger, J. S. Dangschat, R. Scheuvs und I. Banerjee. Berlin: Springer Vieweg, 57–99.
- Möhrle, M. G. 2018. „Technologie“. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/technologie-48435/version-271688> (24.3.2020).
- Nelson, R. R., und S. G. Winter 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Bellknap.
- Peck, J. 2012. „Recreative City. Amsterdam, vehicular ideas, and the adaptive spaces of creative policy“, in *International Journal of Urban and Regional Research* (36) 3, 462–485.
- Peck, J., und N. Theodore 2010. „Mobilizing Policy. Models, methods, and mutations“, in *Geoforum* (41) 2, 169–174.
- Peters, M., M. Schneider, T. Griesshaber und V. H. Hoffmann 2012. „The impact of technology-push and demand-pull policies on technical change – Does the locus of policies matter?“, in *Research Policy* (41) 8, 1296–1308.
- Peuker, B. 2010. „Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT)“, in *Handbuch Netzwerkforschung*, hg. v. C. Stegbauer und R. Häußling. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 325–335.
- Pinch, T. J., und W. E. Bijker 1987. „The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other“, in *The Social Construction of Technical Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, hg. v. W. E. Bijker, T. P. Hughes und T. Pinch. Cambridge, MA/London: MIT Press: 17–50.
- Rammert, W. 2003. „Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen“, in *Autonome Maschinen*, hg. v. T. Christaller und J. Wehner. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 289–315.
- Rammert, W. 2007. *Technik-Handeln-Wissen. Zu einer pragmatischen Technik- und Sozialtheorie*. Wiesbaden: Springer.
- Rip, A., und R. Kemp 1998. „Technological change“, in *Human Choice and Climate Change 2*, hg. v. S. Rayner und E. L. Malone. Columbus, OH: Battelle, 327–399.
- Rosa, H. 2005. *Soziale Beschleunigung. Die Veränderung der Zeitstrukturen in der Moderne*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Rupprecht, S., S. Buckley, P. Crist und J. Lappin 2018. „‘AV-Ready’ Cities or ‘City-Ready’ AVs?“, in *Road Vehicle Automation 4*, hg. v. G. Meyer, und S. Beiker. Heidelberg et al.: Springer International Publishing, 223–233.
- Saint-Simon, H. de 1814. *De la réorganisation de la société européenne*. Paris: Delonay.
- Santarius, T. 2012. „Der Rebound-Effekt: Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz“, *Impulse zur WachstumsWende*. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.
- Sassen, S. 2001. *The Global City: New York, London, Tokyo*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Scheiner, J. 2009. *Sozialer Wandel, Raum und Mobilität. Empirische Untersuchungen zur Subjektivierung der Verkehrsnachfrage*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schmookler, J. 1966. *Invention and Economic Growth*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schneidewind, U. et al. 2018. *Die Große Transformation. Eine Einführung in die Kunst gesellschaftlichen Wandels*. Frankfurt am Main: Fischer.
- Schumpeter, J. A. 1942. *Capitalism, socialism and democracy*. New York/London: Harper.
- Schwedes, O. 2013. „Räumliche Mobilität im gesellschaftlichen Transformationsprozess – Ein Resümee“, in *Räumliche Mobilität in der Zweiten Moderne. Freiheit und Zwang bei der Standortwahl und Verkehrsverhalten*, hg. v. O. Schwedes. Münster: Lit, 273–287.
- Sennett, R. 1977. *The Fall of Public Man*. London/Boston: Faber & Faber.
- Sennett, R. 1998. *Der flexible Mensch. Die Kultur des neuen Kapitalismus*. München: Siedler.

- Sheller, M. 2011. „Mobility“, in *Sociopedia.isa*, 1–12; DOI: 10.1177/2056844601163.
- Sheller, M., und J. Urry 2006. „The New Mobilities Paradigm“, in *Environment and Planning A: Economy and Space* (38) 2, 207–226.
- Sheller, M., und J. Urry 2016. „Mobilizing the new mobilities paradigm“, in *Applied Mobilities* (1) 1, 10–25.
- Shladover, S. E. 2016. „The Truth about ‚Self-Driving‘ Cars: They are coming, but not the way you may have been led to think“, in *Scientific American* (314) 6, 52–57.
- Sovacool, B. K., und J. Axsen 2018. „Functional, symbolic and societal frames for automobility: Implications for sustainability transitions“, in *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 118, 730–746. <https://tinyurl.com/yae5rfr> (23.6.2020).
- Stefano, G. di, A. Gambardella und G. Verona 2012. „Technology Push and Demand Pull Perspectives in Innovation Studies: Current Findings and Future Research Directions“, in *Research Policy* (41) 8, 1283–1295.
- Stickler, A. 2020a. „Automatisiertes und vernetztes Fahren als Zukunftsperspektive für Europa? Eine Diskursanalyse der gegenwärtigen europäischen Politik“, in *Baustelle Elektromobilität. Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-) Mobilität*, hg. v. A. Brunnengräber und T. Haas. Bielefeld: transcript, 93–116.
- Stickler, A. 2020b. „Automobilität im Umbruch? Gegenwärtige Stabilisierungen oder Transformation der automobilen Hegemonie“, unveröffentlichte Dissertation, TU Wien.
- Tarmann, P. 2018. „Autonomes Fahren: Chancen und Risikowahrnehmungen. Eine qualitative Analyse der gesellschaftlichen Akzeptanz selbstfahrender Autos“, unveröffentlichte Masterarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz.
- Urry, J. 2000. *Sociology beyond Societies. Mobilities of the Twenty-First Century*. London: Routledge.
- Urry, J. 2003. *Global Complexity*. Cambridge: Polity.
- Urry, J. 2004. „The ‚System‘ of Automobility“, in *Theory, Culture & Society* (21) 4/5, 25–39.
- Urry, J. 2007. *Mobilities*. Cambridge: Polity.
- Urry, J. 2009. „Mobilities and Social Theory“, in *The New Blackwell Companion to Social Theory*, hg. v. Bryan S. Turner. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 477–495.
- Urry, J. 2012. „Social networks, mobile lives and social inequalities“, in *Journal of Transport Geography* 12, 24–30.
- Vester, M., P. von Oertzen, H. Geiling, T. Hermann und D. Müller 2001. *Soziale Milieus im gesellschaftlichen Strukturwandel. Zwischen Integration und Ausgrenzung*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Wallerstein, I. 2004. *World-System Analysis: An Introduction*. Durham: Duke University Press.
- Welge, M. K. 1992. *Planung: Prozesse – Strategien – Maßnahmen*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Weyer, J. 2008. *Techniksoziologie. Genese, Gestaltung und Steuerung sozio-technischer Systeme*. Weinheim/München: Juventa.
- Weyer, J. 2019. *Die Echtzeitgesellschaft. Wie smarte Technik unser Leben steuert*. Frankfurt am Main: Campus.
- Wiesner, A. 2003. „Ethnografische Politikforschung“, in *Politik als Lernprozess. Wissenszentrierte Ansätze der Politikanalyse*, hg. v. M. L. Maier, F. Nullmeier, T. Pritzlaff und A. Wiesner. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 141–166.

**Open Access** Dieser Beitrag wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Beitrag enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





# 20 Data-driven urbanism, digital platforms, and the planning of MaaS in times of deep uncertainty: What does it mean for CAVs?

Ian Banerjee, Peraphan Jittrapirom, Jens S. Dangschat

<b>1.</b>	<b>Introduction</b>	<b>442</b>
1.1	Background	442
1.2	The fourfold process: Mental map of the data-driven city	443
<b>2.</b>	<b>Data-driven urbanism</b>	<b>445</b>
2.1	“Code/spaces”: Building blocks of the cyber-physical landscape	445
2.2	Digitalization and big data	445
2.3	The data-driven city	445
2.4	The computational understanding of the city and its complications	447
2.5	Regulating the data-driven city	448
2.6	Governance: Examples of alternative approaches	449
<b>3.</b>	<b>Digital Platforms</b>	<b>450</b>
3.1	Rise of the platform society	450
3.2	From “smart urbanism” to “platform urbanism”	451
3.3	The problem of platforms and the challenge of their regulation	451
3.4	Digital transport platforms	457
<b>4.</b>	<b>The case of MaaS: Planning in times of deep uncertainty</b>	<b>458</b>
4.1	MaaS: Benefits and challenges	458
4.2	Pilot projects and schemes of MaaS: Government as a central actor	459
4.3	Planning MaaS during deep uncertainty	461
<b>5.</b>	<b>What does this mean for CAVs?</b>	<b>462</b>
5.1	Comprehensive planning	462
5.2	Public value-centric design: Three critical questions	462
<b>6.</b>	<b>Conclusion</b>	<b>463</b>
	<b>Literature</b>	<b>466</b>

Peraphan Jittrapirom  
Nijmegen School of Management, Radboud University and Global Carbon Project (GCP), National Institute for Environmental Studies (NIES)  
P.jittrapirom@fm.ru.nl

Ian Banerjee  
TU Wien, Research Unit of Sociology (ISRA)  
ian.banerjee71@gmail.com

Jens S. Dangschat  
TU Wien, Research Unit of Sociology (ISRA)  
jens.dangschat@tuwien.ac.at

© Der/die Autor(en) 2021  
M. Mitteregger et al. (Hrsg.), *AVENUE21. Politische und planerische Aspekte der automatisierten Mobilität*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63354-0_20)

# 1. INTRODUCTION

This paper offers a critical review of three coevolving socio-technical paradigms: (a) “data-driven urbanism,” (b) digital platforms, and (c) “Mobility-as-a-Service” (MaaS). It explores the complex relationship unfolding between data-driven cities and digital platforms, while drawing on MaaS as a case to discuss the challenges of implementing mobility services via digital platforms. Inferences are drawn from the ongoing debate accompanying these three paradigms to identify potential criteria for the design of socially accountable governance models for the deployment of connected and automated vehicles (CAVs). Grounded in current trends, the research builds on the assumption that CAV-based transport services will be offered through digital platforms of some sort in the future. Also based on this assumption, we believe that if national governments and municipalities are interested in deploying CAVs, they will be well advised to learn from the experience gained from the practices of these three emerging paradigms.

Complying with the overall aspiration of this publication, we are eager to move away from understanding CAVs as a game-changing techno-economic novelty and toward understanding it as a socio-technical innovation that might help us to design sustainable, inclusive, and participatory human environments. To achieve this, we argue it is indispensable to understand the geography, architecture, and “logic” of the emerging cyber-physical landscape produced by the interweaving of physical and digital formations and the practices of data-driven cities, of which CAVs will potentially be constitutive elements (see fig. 1).

The first section of this paper reflects on the technological, conceptual, and epistemological shifts taking place in the discourse and practices of data-driven urbanism by highlighting the growing influence of big data and the computational understanding of the city. The second section looks at how online platforms are making use of big data and ingenious digital mechanisms to create ever-new forms of commercial services. It looks at the key challenges that surround their emerging practices. The third section looks at the challenge of planning MaaS under deep uncertainty. Apart from its technological feasibility, MaaS is associated with various uncertainties concerning issues, such as network effects and questions around how it will affect the overall transportation system, future demand, and the willingness of crucial stakeholders to cooperate (Jittrapirom et al. 2017a). Finally, the fourth section draws inferences from an analysis of the debate unfolding around the three paradigms mentioned above, and makes recommendations for the regulation, governance, and design of potential CAV platforms.

## 1.1 BACKGROUND

The growing capacity to capture and intelligently process vast amounts of data lies at the center of the data-driven city paradigm (Kitchin 2014, Leszczynski 2016). The intensifying relationship between new data regimes and city organization is increasingly leading to the emergence of practices in urban governance that primarily engage in the collection, management, and commodification of voluminous amounts of varied, dynamic, and interoperable data. Hopes placed on the data-driven city, popularly called the “smart city,” revolve largely around the narratives of efficiency, economic opportunity, safety, and sustainability. All aspects of contemporary life in the modern world are affected by the shift toward this data-based reorganization of activities and services—from mobility to education, from health to administration, from retail to energy.

An essential driver of this shift is the promise of securitization and enhanced quality of public life through increasingly centralized decision-making processes and service provision with the help of artificial intelligence (AI) and automation (see Mitteregger in this volume...). The digitized notion of urban governance is based largely on new forms of predictive analytics, enabled first by the technological feasibility of capturing large amounts of socio-spatial data drawn from surveillance cameras and other sensors built in the city's infrastructures, and second by the possibility of deriving meaningful patterns of prognostic material from them. In addition to the collection of *infrastructural* data, increasing amounts of *personal* data are being captured by digital platforms. These entities use automated mechanisms to extract large volumes of specified personal data from the depths of digital space and provide users of this same space with increasing varieties of value-added services. The intelligent processing of real-time personal data of various formats is now making it possible to create lenses of what is sometimes called "sentiment analytics" (Leszczynski 2016, Bassoo et al. 2017). These are automated learning algorithms deployed to analyze and predict various patterns of human behavior. The interoperability between these highly heterogeneous types of collected data and the convergence of different types of analytics has opened up unprecedented possibilities of new forms of organization but also control of everyday life. This has also resuscitated the notion of a "computational understanding" of the city—an idea that had already entered the urban imagination back in the 1950s (Hall 2002, Shelton et al. 2015).

The rapid proliferation of trans-local digital platforms and their high degree of penetration into all spheres of society are making them more and more indispensable for the functioning of contemporary cities. Their capacity to replace pre-digital, offline organizations have turned them into powerful agents of structural change. However, while they are benefiting society in innumerable ways, the untransparent practices of their globally operating commercial inflections have recently led to intense legal disputes (see 3.3) across continental borders. Regulators, particularly in Europe, are confronted with a plethora of new challenges associated with their social impact, citizens' acceptance, technological complexities, legal ambivalences, and geopolitical consequences. Since the public sector and governments are increasingly reliant on corporate platforms, it is crucial to rethink the principles on which the design of these systems is based if we have the desire to sustain democratic values and guarantee an equal playing field for all. We assert that designing governance models in the digital age will to a great degree be about governing the practices of data-driven cities and digital platforms. This paper identifies the main challenges facing the regulation of these formations and the prospects of designing governance models that will engender benefits to the whole of society. The key challenges identified in this review are the question of how to instigate a *broad societal discourse* on the topic and how to enshrine *public values* into the elusive architecture of these digital formations.

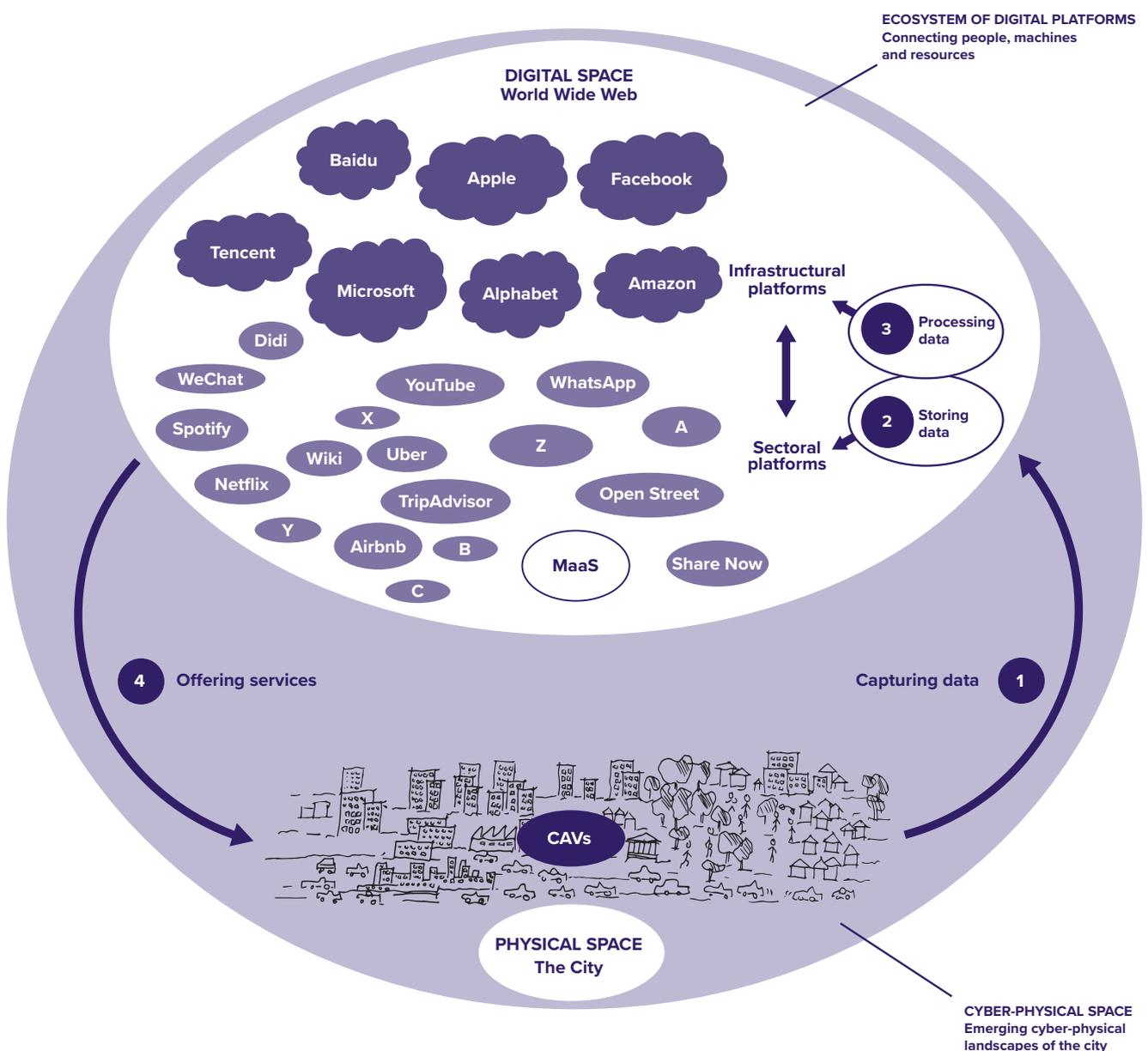
## 1.2 THE FOURFOLD PROCESS: MENTAL MAP OF THE DATA-DRIVEN CITY

It is fairly evident by now that digital platforms will play a crucial part in the creation of new types of digital infrastructures that will shape the future of cities. A growing volume of literature on "platform urbanism" (Barns 2014, Bratton 2016, Langley/Leyshon 2017, Srnicek 2017, Artioli 2018, Söderström/Mermet 2020) indicates that there is increasing academic interest in the dynamics that are emerging between the socio-technical formation of digital platforms and the urban.

Drawing from this literature, we outline a mental map of the main underlying dynamics producing the cyber-physical landscapes of the data-driven city. It depicts a fourfold movement comprising (a) the collection of unprecedented amounts of infrastructural and personal data captured in physical and digital spaces, (b) the storage of collected data, (c) the processing of

collected data to derive meaning and to simultaneously create economic or societal value out of them, and (d) feeding back the created values into the materialities of everyday life in the form of services. This process is largely orchestrated by digital platforms (see 3.3.2) with the help of digital information systems, automated algorithms, and AI. MaaS, CAVs, the Internet of Things (IoT), etc., are seen as constitutive elements in the incessant movement of this fourfold process.

**Figure 1:** Mental map of the production of cyber-physical landscapes in the data-driven city (fourfold movement). Physical objects and digital systems merge here to produce new realities and imaginaries of the urban. Digital platforms play a pivotal role in this process, while MaaS, CAVs, IoT, etc., are seen as its constitutive elements.



Source: Ian Banerjee

## 2. DATA-DRIVEN URBANISM

### 2.1 “CODE/SPACES”: BUILDING BLOCKS OF THE CYBER-PHYSICAL LANDSCAPE

Two highly complex, contingent, and open systems—cities and digital information systems—are currently being interwoven (fig. 1) to create a novel and vast landscape of cyber-physical materialities (Townsend 2013). Dodge and Kitchin (2004) describe spaces wherein software and the spatiality of everyday life become mutually constituted as “code/spaces.” For example, the connected car is not just a car, it is a code/space embedded in large networks of various informational exchanges enabled by codes and algorithms—networks that Manuel Castells famously called “spaces of flow” (Castells 1996). The ontologies of hybrid forms of single code/spaces, connected with thousands of other code/spaces, are challenging our very understanding of objects, urban processes, and human agency. The amalgamation of digital and physical spaces has reached a size and degree of sophistication that makes the invisible architecture of the World Wide Web as important as the visible architecture of the physical world—indeed in some cases, it seems, it has become more important.

### 2.2 DIGITALIZATION AND BIG DATA

To encapsulate the new discourse emerging around the broad notion of data-driven urbanism, it is helpful to look at the emergence of two important terms: big data and digitalization. Today technological change is mostly associated with digitalization, a process that has arguably brought about the most sweeping transformative changes to society since the industrial revolution. Central to all digitalization processes lies the technological capacity to capture and convert all data into binary information and to process them to generate economic or social values. These units of binary data are emerging as the new constitutive elements of all significant flows and activities of human civilization. Big data, a term popularized by John Mashey in the 1990s (Kitchin/Gavin 2016), refers to very large or complex sets of data that can be captured, stored, and analyzed through data-processing mechanisms (Kitchin/Gavin 2016).

The term often refers to the traces created in digital space from the activities, transactions, and movements of millions of users and objects. Small data, in contrast, is the data collected from sources such as questionnaires, city audits, ethnographies, etc. Literature on the features of big data commonly refers to the three “Vs”: (

1. *volume*: consisting of petabytes or more of data;
2. *velocity*: consisting of data created in real time or near to it; and
3. *variety*: consisting of structured or unstructured data, temporally and spatially referenced. Also, the data collected need to be *fine grained* in resolution and *relational* in nature; that is, capable of conjoining different types of data sets. They are also supposed to be *flexible*, meaning extendable and scalable at a later point (Kitchin 2014: 3).

### 2.3 THE DATA-DRIVEN CITY

Broadly speaking, there are two related interpretations of the data-driven city (Kitchin 2014: 1). The first vision pertains to a better management of the city from a largely technological and

technocratic perspective and the second alludes to exploiting cities as information economies, wherein urban policies are directed mostly toward deploying digital infrastructures and services to boost digital entrepreneurship and the activities of the knowledge-based economy (Coletta et al. 2017).

As cities are revealing themselves to be the key sites for digital transformation and societal experimentation in the 21st century (Glaeser 2011, Offenhuber/Ratti 2014, Shelton et al. 2015), data is becoming both “the modus operandi and raison d’être” (Shelton et al. 2015: 16) of contemporary modes of urban governance. The real-time collection of large amounts of inexpensive data about urban activities and processes is also believed to enable new forms of adaptive management and digital modes of governance (see contribution 16 by Hamedinger in this volume). As mentioned earlier, the push toward a data-based understanding of the city is largely framed by economic and political narratives of an efficient, cost-effective, sustainable, competitive, productive, open, and transparent city (Kitchin 2014). It also entails the belief that a widescale, fine-grained, and real-time grasp of the city will lead to an enhanced “control of urbanity” (Kitchin 2014: 3).

According to Kitchin (2014), there are three main capture sources for urban data:

- a. directed data: these are traditional forms of data collected through CCTV, fingerprints, iris scans, etc.;
- b. automated data: these are collected from the measuring points of meteorological sensors, automated forms of surveillance, GPS, built-in sensors in road infrastructure, public transport systems, RFID chips attached to rubbish bins, etc.;
- c. volunteered data: these are data “gifted” by users from their interactions across social media, such as Facebook and Twitter, or user-generated data in mobile devices contributing to a common system such as OpenStreetMap or the project EMOTIVE (see below).

The information-capturing notion of the IoT has further opened up vast application possibilities in virtually all technologically based processes in everyday life. The IoT-based embedding of software (codes) into electronic gadgets of all kinds, transforms them from “dumb” to “smart” (Kitchin 2014: 4). Once the objects become smart, they are no longer independent entities but knots in global informational networks transmitting information that can subsequently be exploited for commercial use or for securitization achieved through various methods of surveillance.

As indicated above, an example of one of the most important applications of big data in the data-driven city is the securitization of public life with the help of sentiment analysis (Leszczynski 2016, Bassoo et al. 2017). Anticipatory security calculus designed to identify and divert risks of human behavior by using volunteered data combined with automated data is expected to deliver unprecedented ways of predicting of human behavior. A number of preemptive algorithmic calculi are being tested in different countries:

One experiment, called EMOTIVE – Extracting the Meaning of Terse Information in a Geo-Visualization of Emotion, is currently taking place in the UK. It is designed to monitor and map the emotional charge of online traffic and “shared atmospheres of affect” as expressed through individualized contributions to the social media platform Twitter (Leszczynski 2016: 1699). The aim of the project, as its website declares, is to predict and monitor selected events for the “benefit of social security” and to “safeguard the public from potentially harmful events” (EMOTIVE 2020). Subjected to such background analysis, the general public may legitimately question what checks and balances are in place to ensure that their private data is not being exploited and to determine and regularly reassess what is deemed “harmful” to whom, by whom.

This technology, however, bears a considerable amount of risk, as it may exacerbate data expressing prejudices against social groups, places, and socio-spatial constellations. Additionally, the data will not be representative as normal situations will necessarily be underrepresented. Moreover, if a local government does have this information: What will it do with it? Hire more police? Enforce shutdowns during certain periods? Or declare a neighborhood as no-go area for tourists?

## 2.4 THE COMPUTATIONAL UNDERSTANDING OF THE CITY AND ITS COMPLICATIONS

The alluring promises of efficiency, safety and economic opportunities achieved through the use of big data and predictive analytics are increasingly leading to a computational understanding of the city (Shelton et al. 2015). This paradigm purports to comprehend urban phenomenon through a lens of digitalized data. It is inadvertently changing the culture and content of the urban debate that has evolved over the last hundred years around issues like public space, inequality, justice, public participation, etc. The explosion of digitized data and the role of cities as the main sites of their production, and the way these data are being used to reimagine the urban life of today and tomorrow, are moving to the center stage of the urbanism debate (Batty 2012, Townsend 2013). Cities embracing digitalization and ICT as their main development strategy have been labeled “wired cities,” “cyber cities,” “intelligent cities,” “smart cities,” etc. (Kitchin 2014). “Smart city” is undoubtedly the most popular term in use today—a term, and the prerogatives of which, academics have exhaustively critiqued, pointing to issues such as growing corporatization of city government, violation of privacy rights, cyberattacks, etc. (see Hollands 2008, Greenfield 2013, Townsend 2013, Kitchen 2014, Söderström et al. 2014).

At the core of the computational understanding of the city is the belief that all functions of a city can be measured and monitored, and all malfunctions can be treated as technical problems. Even complex social situations can be disassembled into neatly defined problems that can be solved, or at least optimized, through computation (Kitchin 2014). This position is based on a staunch belief in the linear and logical manageability of all societal and socio-spatial problems, a position that may prove to be deeply inadequate to tackle the challenges of the future, as shown by the arguments of a view known as “second modernity” or “reflexive modernization” (Beck et al. 1996). This view points out the ambivalent, risk-prone unpredictabilities and insecurities, marked by flows instead of structures, and sees connectivity both as a problem and as a project (see Dangschat in this volume).

Capturing especially the data of real-time phenomena has created the impression that it is possible to manage and fix a situation even while it is still unfolding. The computational understanding of the city is by no means new; its historic precursors go back to the “quantitative revolution” started by geographers and planners in the 1950s. Ever since, think tanks, corporations, and also academics have tried to tilt the discourse in urbanism from an ideographic and critical approach to a more rational, scientific, and depoliticized attitude (Hall 2002, Shelton et al. 2015). What has substantiated the ideas of the geographers of the 1950s, is the enormous improvement in the computational power of computer chips and technologies to efficiently capture and handle vast amounts of data.

The computational view of the world seems to be the resurrection of a 200-year-old idea sprung out of the then burgeoning discipline of classical mechanics. It was assumed that if Laplace’s demon, a figure popularized in the early 19th-century sciences, knew the location and momentum of every atom in the universe, it could precisely predict the future of any given

object in it. The technocratic view of the city implies, like Laplace's demon, that we can only understand its processes fully if we have enough data; and good governance is only possible if we subsequently employ an evidence-based, algorithmically processed mechanism that can process this data. This method alone is believed to ensure a rational, logical, and impartial decision-making process.

## 2.5 REGULATING THE DATA-DRIVEN CITY

Almost imperceptibly, data has ascended to become the most treasured resource and asset of the 21st century. While in the year 2000 there were three tech companies among the top ten most valuable corporations in the world, today, seven of them are data or tech companies—five American and two Chinese (Fengler/Gill 2019). The rise in the value of data and consequently in the power of those who possess them, has also brought the necessity to regulate them. This power and value have led to the flows and ownership of data becoming the most important subject of regulation—in addition, of course, to the long-existing flows of finance. Ongoing legal battles show how the regulation of data flows is still a globally fragmented endeavor (Aridi/Petrovčič 2020).

This regulation is shaped by the views of two opposing groups: the anti-interventionists and the pro-interventionists (Bostoen 2018). The former argue that intervention in digital markets should be kept to a minimum, while the latter essentially believe meaningful principles for platform regulation must be put in place. However, both groups believe competition laws have to be rewritten, with diverging beliefs about how to apply the new rules and with varying strictness. Big political struggles are likely to be fought in the future around the regulation of data flows—something already concentrated in the hands of a small number of corporate titans.

The Regulatory Policy Division of the OECD (2019) and the ten principles proposed by the House of Lords in the UK (2019) point to some of the key issues and broad challenges concerning the development of frameworks and regulatory standards for this new world.

1. **Transboundary challenge:** Given the digital economy's clear cross-border effects, solutions limited to the domestic domain will no longer suffice; international regulatory cooperation is needed to avoid arbitrage, protect consumer rights, and promote interoperability across regulatory frameworks and enforcement, whilst creating a favorable environment for the digital economy to evolve.
2. **Lack of knowledge:** Most national legislatures are unaware of the socio-technical finesses of the evolving platform ecosystems. They are still based on pre-digital and pre-networked systems of governance. For example, "filter bubbles" or "personalization" are not part of the common legal discourse (Dijck et al. 2018: 157).
3. **Problem of speed:** Given the level of technical expertise involved, the uncertainty surrounding digital developments, and the overwhelming pace of digital transformation, governments need to actively engage a broad range of stakeholders, invest in foresight and horizon scanning, initiate regulatory impact assessments early in the policy-making process, and carry out post-implementation reviews.
4. **A whole-of-government approach:** This calls for increased dialogue and coherence between governmental bodies in order to meet institutional challenges and the cross-jurisdictional nature of the task. This may require the bringing together of key relevant players and the preparation of specific institutional responses by establishing thematic platforms. Governments also need to create a broader public debate by involving the civic sector.

What further complicates the creation of broader regulatory frameworks for the data-driven city, is the simultaneous emergence and convergence of new technologies that revolve around big data, artificial intelligence, robotics, cloud computing, IoT, 5G, along with new types of investment models (ITU 2020). It is becoming more and more evident that there cannot be a single framework of regulation: authorities have to perpetually navigate the complex and fast-moving digital landscapes of infrastructures, protocols, standards, and “user services” (House of Lords 2019: 11). Also, what makes regulation in liberal democracies particularly difficult at this critical juncture, is the need for strong political will to engrave democratic values into the underlying architecture of digital technologies and social practices.

Regulating the digital world is a gargantuan task that will need the involvement of many countries, actors, and negotiations on many different levels. Some observers in Europe say new regulatory authorities should be designed at the EU level (OECD 2019), while others say it would be more fruitful if national authorities simply collaborated more intensely. A number of national and international organizations, such as the UN-based International Telecommunication Union (ITU 2020), the Regulatory Policy Division of the OECD (2019), the Digital Charter of the UK (Digital Charter 2018), and Canada’s Directive on Regulation, are in fact coming together to work on the topic in more concerted ways. How to safeguard citizens and institutions in the data-driven world without hampering innovation and competition, has become the key challenge for regulators. It is becoming evident that it will not be about more regulation but about a different approach to regulation (see section 3.3).

## 2.6 GOVERNANCE: EXAMPLES OF ALTERNATIVE APPROACHES

Another critical question that arises in view of the immense influence of the data-driven city and the computational understanding of the urban is: how is it impacting the mindset of planners, administrators, politicians, and citizens? If we say regulation is about controlling digital transformation, and governance is about finding consensus on socially shared visions for the future of people and places reached through complicated negotiation processes between the state, market, and civil society, then it is evident that we must find new participatory processes of enforcement of regulations in the cyber-physical city.

Besides an overriding number of examples of the digitized city being technocratically and entrepreneurially exploited, we also see an increasing number of alternative approaches (Townsend 2013, Banerjee 2014, Banerjee/Fischer-Schreiber 2015). For example, in the conceptualizations of the cyber-physical city based on “open data”, we see some promising prospects of democratic and inclusive development. This is a movement fighting to make big data a public prerogative and a common good. Many governments around the world have started to release various kinds of administrative and operational data using various kinds of open-data models (Ferro/Osella 2013, Leszczynski 2016). For example, the city of Santander in Spain created the app SmartSantanderRA to provide real-time information to citizens about around 2,700 places, such as libraries, public buses, bike rental services, etc. Together with the City of London, University College London (UCL) has developed London Dashboard, a data visualization app that tracks the city’s performance in twelve areas, such as jobs, transport, etc. It communicates to citizens live feeds of real-time data. Another example is Dublinked in Dublin; this platform provides operational data from four authorities in Dublin in an open format, encouraging the creation of apps providing services of social value by using these data. The increasing number of such examples shows how different the practices of producing the data-driven city can be—owing to the initiatives of single actors or to locally specific conditions of culture, politics, or governance. They also show that such progressive local initiatives can take place even within prevailing conservative ideologies.

## 3. DIGITAL PLATFORMS

### 3.1 RISE OF THE PLATFORM SOCIETY

This section looks at how data-based “transactional technologies” are becoming essential constituents of the data-driven city and how the challenge of regulating them is becoming the key question of shaping cities and society at large.

The idea of matching supply and demand by creatively processing of torrents of digitized data has led to the rise of one of the most disruptive socio-technical formations of the 21st century: the digital platform. Knowingly or unknowingly, digital platforms have become integral parts of our everyday lives. We make use of them through connectivity services offered by social media giants such as Facebook, mobility services by tech start-ups such as Uber, accommodation renting through Airbnb, educational services by Coursera, health services by PatientsLikeMe, rating apps like Tripadvisor, etc. Digital platforms position themselves as key intermediaries in the provision of services in all domains of society. Almost imperceptibly, they are reorganizing and reconfiguring communication, entertainment, mobility, travel, work, government, and increasingly politics, by gradually embedding themselves in everyday human life.

Even though the term “digital platform,” or simply “platform,” is widely used by public authorities and the media, a workable definition for it is lacking. In a seminal publication on the “platform society,” Van Dijk, Poell, and de Waal (2018) define digital platforms broadly as a “programmable digital architecture designed to organize interactions between users—not just end users but also corporate entities and public bodies. It is geared towards the systematic collection, algorithmic processing, circulation and monetization of user data” (Dijck et al. 2018: 4). From a more market-centered viewpoint, the European Commission defines them as “an undertaking operating in two (or multi)-sided markets, which uses the internet to enable interactions between two or more distinct but interdependent groups of users so as to generate value for at least one of the groups” (European Commission 2015). Platforms can take the shape of search engines, marketplaces, social media platforms, gaming platforms, content-sharing platforms, etc. An important delineation to be drawn between platforms is that some are designed to be essentially collaborative and not-for-profit and some operate with overt commercial interest (Stowel/Vergote 2016). Even though both rely on matching supply and demand, and both use technology to reduce transaction costs for their users, there are differences in their internal logic. There is a difference, for example, between wanting to enable modest sharing of, say, harvests from private gardens with neighbors or knowledge within a scientific community, and wanting to conquer global markets with the backing of billions of dollars of venture capital.

It is becoming more and more evident that online platforms are pervading all sectors of private and public life and transforming the fundamental organizational structures of society. The term “platform society” denotes the inextricable relationship growing between such online platforms, societal structures, and individual behavior. They are increasingly “penetrating the heart of societies—affecting institutions, economic transactions, and social and cultural practices [...]” (Dijk et al. 2018: 2). Automated forms of user transactions are replacing a growing number of offline organizations, as demonstrated, for example, in Estonia’s much-acclaimed showpiece, the public sector platform e-Estonia (Priisalu/Ottis 2017), or in the United Kingdom’s push toward creating a “government-as-a-platform” (Dijk et al. 2018). These examples show how far the platform’s impact has penetrated the domain of government.

It is astonishing to see how a very small number of players could constitute the epicenter of the “platform revolution” (Parket et al. 2016). Located on the West Coast of the USA, merely five tech companies from the region—Alphabet/Google, Facebook, Apple, Amazon, and Microsoft—have captured the digital spaces of the whole of North America, Europe, and large parts of Asia and Australia. The only other country to have developed platforms of a comparable scale is China, with Tencent and Baidu. While the “Big Five” dominate the global market, there is a rapidly growing number of small actors shaping the local universes of platforms. Governments, businesses, entrepreneurs, universities, NGOs, cooperatives: all are contributing to producing a new, highly complex, interconnected landscape of platform practices.

## 3.2 FROM “SMART URBANISM” TO “PLATFORM URBANISM”

Even though the boundary between the (ill-defined) concepts of smart urbanism and platform urbanism is fuzzy, Söderström and Mermet (2020) have recently identified three features that distinguish platform urbanism from smart urbanism. They relate to the former’s (a) materiality, (b) impact on everyday life, and (c) actual effect on how cities work and change. Materiality pertains to how platform processes are manifested in things like Uber cars or Airbnb rooms. This differs significantly from how surveillance cameras and sensors create impressive “smart city control rooms,” such as the often-cited and illustrated room built by IBM in Rio de Janeiro. Sarah Barns (2018) makes the following remark about the second difference: “[p]latform urbanism enacted daily as we commute, transact, love, post, listen, tweet or chat, deeply implicates the everyday urban encounter” (Barns 2018: 6).

While smart urbanism is associated with extracting data, such as measuring, tracking, and tracing people, platform urbanism is interactive, intimate, and deeply engaged with everyday life. For these platforms, we gladly volunteer to “like” places, foods, or hotels. While the smart city remains somewhat shrouded in techno-utopian or dystopian imagery, platform urbanism conveys tangible, intimate, and everyday experiences of the city through its technology. Concerning the third difference, Leszczynski (2020) says that while smart city projects address municipalities, private companies, or sometimes civil society, digital platforms directly target individual customers and “by reaching into the pockets of urbanites, [they] express a potential for individualized influence unprecedented by ‘smart’ infrastructure-urban configurations” (Leszczynski 2020: 5). She further says that platform urbanism should be considered a “reconfiguration, diversification and intensification” or “extension” of the smart city (Leszczynski 2020: 5).

These three differences may very well be the reason for the remarkable success of the sectoral platforms that offer services via apps (see 3.2.2). For example, in 2014, Apple’s infrastructure platform iOS had 365 million users who downloaded 800,000 complementary apps, created by 200,000 firms—a process over which Apple has little ownership (Tiwana 2014). From 192 billion in 2018, the total number of app downloads increased to 204 billion in 2019 (Clement 2020). Almost unnoticed, these small waves of millions of digital apps are forming a giant tsunami of services, ready to crash onto the shores of the contemporary physical city in unprecedented ways.

## 3.3 THE PROBLEM OF PLATFORMS AND THE CHALLENGE OF THEIR REGULATION

Admittedly, platforms have greatly improved many of our lives in various ways. However, while modest and peer-to-peer platforms hardly cause disapproval, the practices of commercially operating corporate giants have generated considerable public outcry and calls for appropri-

ate regulation for their elusive practices. Despite the very high degree of user acceptance, intrinsic flaws in the mechanisms of commercially operating global platforms have led to various confrontations between private and public interests—which have subsequently triggered a substantial debate around the question of how to regulate these new types of entities. Legal battles and backlashes against big tech companies culminated in 2017, making it a turning point for global platform politics. For example, Alphabet/YouTube faced a strike from major advertisers like The Guardian, Starbucks, and Walmart; Alphabet was fined US\$2.7 billion by European antitrust officials; German competition authorities took Facebook to court for their incomprehensible consumer agreements; the European Court ruled Uber to be a “transportation company” and not the “connective platform” of a “tech company”; and Equifax reported that they had lost 136 million social security numbers to thieves in the digital space. This was a year before the EU member states adopted the General Data Protection Regulation (GDPR), a novel attempt to protect personal data, albeit not specifically for the digital space.

There are three general ways in which regulation of the cyber-physical world is enforced (House of Lords 2019): (a) “regulation,” (b) “co-regulation,” and (c) “self-regulation.” “Regulation” is about enforcing rules for specific types of activities. This is carried out by independent bodies with the power to monitor and enforce rules. “Co-regulation” takes place when digital enterprises set rules by themselves on a voluntary basis. This may be driven by the need to create trust, by corporate social responsibility, or by other business interests. “Self-regulation” occurs when a regulatory body delegates responsibility for enforcing rules to an industry body. To understand the challenge of regulating digital platforms in a specific way, it is helpful to understand an interconnected range of issues stemming largely from three of their foundational features: their *legal engineering*, their *disruptive business models*, and the technological fitnesses of their *digital architecture*.

### 3.3.1 Legal engineering and disruptive business models

Researchers have shown that the so-called platform revolution (Parker et al. 2016) was made possible largely by the platforms’ capacity to accumulate vast amounts of personal data, create unprecedented degrees of connectivity, and generate economic value below the radar of existing regulatory institutions (Dijk et al. 2018). The success of platforms is based on the premise that “they offer personalized services and contribute to innovation and economic growth, while efficiently bypassing incumbent organizations, cumbersome regulations, and unnecessary expenses” (Dijk et al. 2018: 9). This legal engineering is not merely accidental—it is believed to be the core of platforms’ success: “Digital platforms obviously challenge the law, and this is a key feature and consequence of their operations. They like to show how the law is out-of-date with the new economy, and they even appear alien to the law. Indeed, they tend to negate the territorial aspect of the (State) law” (Stowel/Vergote 2016: 4).

For these sophisticated operators harboring global ambitions with monopolistic tendencies, rules applicable on national territory appear an anachronism in the digital age, which poses the challenges of “reflexive modernization,” where government is no longer limited to state boundaries but has to develop cross-border governance across scales (Brenner 1998, 2019). This conjuncture has led to intensifying tensions of a geopolitical nature between governments, corporations, and civil society. Considering the differences in how the market and jurisdiction are viewed on either side of the Atlantic is crucial when designing competition policies for platforms. The discourse in the US is far from any form of consensus: While former presidential candidate Elizabeth Warren is talking about ways to break up the monopolistic power of tech giants, others are suggesting some of the existing antitrust doctrines should be relaxed. Like the European Union, the US courts are also looking for new ways to address the anticompetitive practices of the tech giants.

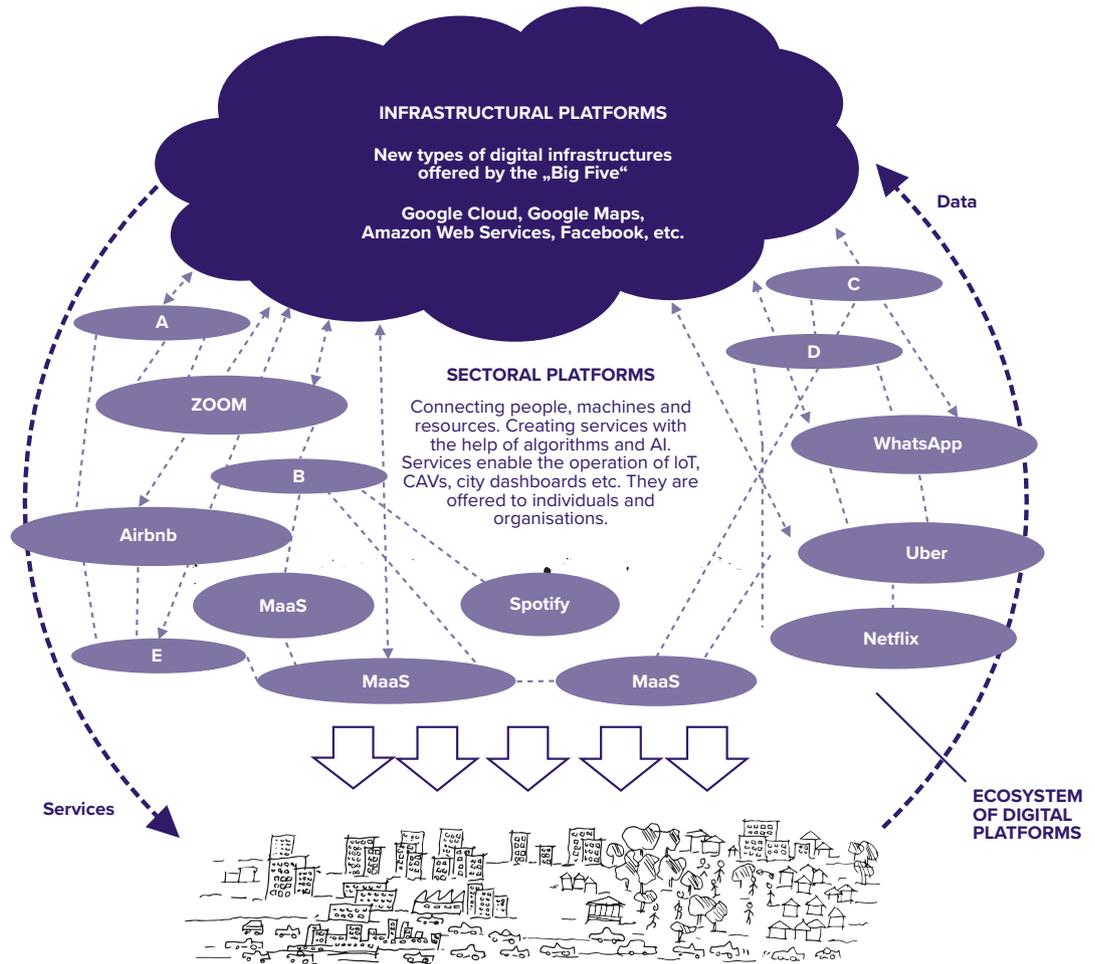
Globally operating platforms are fueled by data, organized through algorithms, formalized through ownership relations, driven by business models, and governed through user agreements (Dijk et al. 2018: 9). To understand the premises upon which the foundations of the corporate platforms' techno-legal and techno-commercial strategies are built, it is necessary to examine the functional building blocks of their *digital architecture* (structures) and their *mechanisms of processing data and performing transactions* (processes).

### 3.3.2 Digital architecture: Source of techno-legal fuzziness

Much of the elusiveness of online platforms' operations stems from the intricate digital architecture of platforms defined mainly by: (1) algorithms, (2) infrastructural platforms, (3) sectoral platforms, and (4) ecosystems of platforms.

1. **Algorithms:** Algorithms are an essential technological ingredient comprising a set of automated instructions that transform input data into a desired output. They have the capacity to produce, reproduce, and learn. Platform operators are currently moving from rule-based algorithms to machine learning-based algorithms driven by AI; this makes decision processes even more opaque for regulators to understand.
2. **Infrastructural platforms:** Van Dijk et al. (2018) distinguish two principle types of platform architecture: infrastructural and sectoral. The infrastructural platforms, mostly owned by the Big Five, are the foundational platforms upon which other platforms can be built. Like gatekeepers, they manage, process, store, and channel the data that flows through them. They can be search engines, browsers, data services, data analytics services, video hosting platforms (like YouTube), geospatial services (like Google Maps), etc. For example, Netflix runs on the infrastructural platform Amazon Web Services, Spotify on Google Cloud (Dijk et al. 2018). They form the heart of the “ecosystem of platforms.”
3. **Sectoral platforms:** The second type of platforms are called sectoral platforms. These platforms serve particular sectors, such as transportation, news, education, food, health, finance, hospitality, etc. They can be owned by diverse organizations. Two well-known sectoral platforms are Airbnb and Uber. Both have claimed to be merely “connective platforms,” that is, connecting dormant resources and people. The innumerable applications running on these sectoral platforms are popularly called “apps” (see fig. 1 and section 3.2). Potential platforms for CAVs will be built on such sectoral platforms.
4. **Ecosystems of platforms:** What has made platforms so powerful is the technological innovation of application programming interfaces (APIs). With the help of APIs, platforms can allow controlled access to their data by third parties—information on which they can build new applications (Helmond 2015). This important ingredient of interlocking functionality created the possibility of establishing large “ecosystems of platforms.” For example, Google’s search and advertising services can be coupled to its educational platforms; Facebook can produce news content, etc. They are also described as “assemblages of networked platforms” (Stowel/Vergote 2016, Dijk et al. 2018, House of Lords 2019). An important feature of these assemblages is that they enable corporate platforms to partner with a wide variety of non-profit and public players. The Western assemblage of networked platforms and their infrastructural services are almost entirely controlled by the Big Five in the USA. They are central to the ecosystems' overall design and data flow distribution. The exchange of information, goods, and services with global outreach would be unthinkable without these platforms.

**Figure 2:** Schematic diagram of the ecosystem of digital platforms. New values (services) are created by allowing sectoral digital platforms to build upon each other through the interlocking functionality of application programming interfaces (APIs).



Source: Ian Banerjee

These four above-mentioned aspects explain a major part of the fuzziness that makes regulation so problematic. In a way, it can be seen as a fuzziness of identity. Most regulation systems in Europe depend on the division between infrastructure and sectors. Correspondingly, the task of regulating online platforms is traditionally compartmentalized, meaning each level of government assumes a limited range of regulatory categories. To avoid the costs of liabilities and responsibilities, platforms blur or deliberately obfuscate these categories. Airbnb does not identify itself as a hotel business, and Uber does not consider itself a taxi business; instead, both see themselves as connectivity platforms. In the case of Uber, their legal battle with legacy taxi firms revolves around the indistinction regarding whether Uber is a sectoral platform (a transportation company) or a platform that merely connects people. When data flows cannot be confined to one single sector, such as transport or health, then platform providers can evade national legislations and “elude the radars of public scrutiny” (Dijk et al. 2018: 158). This conflict was at the heart of the European court case mentioned above until the European Court of Justice finally ruled Uber to be a transportation company (Dijk et al. 2018).

Governments will have to understand these mechanisms and immaterial dynamics of the ecosystem of platforms in order to define the material responsibilities of their online services.

Airbnb can help individuals to make some extra money and tourists to pay less—but who is going to clean the streets when the tourists have left? Students can consume “free” courses on Coursera—but who pays the teachers who prepared the courses? The economic success of all these platforms depends on private and public investments, largely paid for by taxation, i.e., transportation relies on infrastructure like highways and railroads, as well as maintenance and cleaning companies. Without those hard infrastructures, neither Uber nor Airbnb will work. This argument lies at the heart of the current legal contentions.

### 3.3.3 Mechanisms of transactions: Source of socio-technical conflicts

Platforms are not merely connectors between actors, they can also steer how they connect users with each other—and they can also shape social norms. Through a number of social plugins, such as the “like” button, or through rating, following, sharing, etc., sentiments, interests, and opinions can be tracked and tilted by platforms in certain directions: steering users’ behavior, and potentially paving the way for new economic exchanges.

The mechanisms of processing data and conducting transactions are embedded in the architecture of platforms and are comparable to the “genes” of their structures: they carry their system’s codes of reproduction. To design governance models for platforms, it is essential to understand the conflicts arising from the effects of these mechanisms. Van Dijk et al. (2018) have identified three of them as the main forces shaping the dynamics of the ecosystem; they are: (1) datafication, (2) selection, and (3) commodification.

1. Datafication is about collecting vast amounts of user data and subsequently aggregating, disaggregating, unbundling, and rebundling them into digital products. Datafication is potentially an excellent means to contribute to the general well-being. It can improve traffic management, solve health problems, etc. The availability and accessibility of (real-time) data shared through open standards could contribute greatly to societal benefits. Aggregated data sets may not only hold economic value but also public value. However, datafication has become one of the most contested issues in the field. Its vastness and complexity have been made possible by the tech giants’ holy grail of high technology. The problem lies in the fact that these operators usually capture, store, and resell data without compensating the public. This monetization takes place well outside the reach of regulators, and users usually lose control over their data after having accepted the platform’s terms of service—hereafter, they become a proprietary asset. The movement of such large amounts of data (enabled by a handful of companies) makes it almost impossible to trace them and therefore there is little public accountability. How to make data traceable, their flows transparent, and bestow users with a better sense of ownership, are at the heart of the legal discourse around platforms.
2. Selection involves the mechanisms of filtering, ranking, and personalization of data. Again, it is not intrinsically faulty; personalized health care, for example, can be very beneficial; but the very same mechanism can become detrimental for citizens if breaches in privacy lead to high rates for insurance for i.e., disabled persons.
3. Commodification is a mechanism that transforms data into economic value. In simple terms, this mechanism connects producers to customers, and importantly, advertisers to content. A myriad of monetization schemes shapes the “notoriously untransparent” practices of commodification (Dijk et al. 2018: 144). What complicates this simple mechanism is that corporate platforms often partner with non-profit and public players, and in so doing “render fluid the distinction between for-profit and non-profit, private and public, free and paid for, infrastructural and sectoral, complementors and connectors—and between global, national

and local markets” (Dijk et al. 2018: 144). The accountability discussion raises the question of governance: Who is accountable to whom? Who has ownership over what (Annany/Crawford 2016)? However, even here, commodification could in principle also create public values, though the ubiquitous public value-based design of platforms is still a far-fetched ideal.

In all mechanisms we see the repeated need for new taxonomies of governance or regulation that will make transactions more transparent and accountable. Essential for the governance of these mechanisms is to rethink the principles according to which these socio-technical systems are designed. It requires clarity about the values needed to inform the online systems (see section 3.4).

### 3.3.4 Possible approaches to regulation: Rules-based or principles-based?

All socio-economic activities take place within certain regulatory frameworks. These new types of commercial operators have exploited a momentary regulatory gap, which is currently being closed. The two main approaches to regulation are rules-based or principles-based (Stowell/Vergote 2016, Dijk et al. 2018, House of Lords 2019). Principles-based regulation focuses on outcomes, whereas rules-based regulation prescribes the format of compliance (House of Lords 2019: 14). An example of the latter are the data protection principles that underlie the General Data Protection Regulation (GDPR). These principles subsequently led to the GDPR’s guidelines, codes of practice, and certification: a principles-based approach can help to establish a common understanding for addressing issues that cut across sectors and can provide a common framework for regulators, executive bodies, policy-makers, and lawmakers (House of Lords 2019: 14). Also, the rapid pace of technological development makes a principles-based approach seem more appropriate, because it creates a certain flexibility by setting out the standards and expectations of service providers.

A general principle that is gaining interest is the outcome-oriented principle of “public value” (for more, see 5.2). The House of Lords (2019) has broken down the general public value-centric approach into ten subgroups: (1) parity of equivalent outcomes online and offline, (2) accountability, (3) transparency, (4) openness, (5) ethical design, (6) privacy, (7) recognition of childhood, (8) respect for human rights and equality rights, (9) education and awareness-raising, and (10) democratic accountability, proportionality, and an evidence-based approach (for more, see House of Lords 2019: 15). The aim of working with these principles is to help the industry, regulators, government, and users work toward a common goal of making the internet a better environment that is beneficial to all.

A crucial topic for the governance of the platform society is the challenge of the digital divide. There are three main issues here. Firstly, concerning infrastructure, the world is far from having ubiquitous presence of the internet—even in highly industrialized countries many peripheral areas are still undersupplied. Secondly, concerning individuals, not only is the question of purchasing devices to use Web 2.0 relevant, but so too are the competencies needed to maneuver in the cyber-physical space. When this fact is mentioned, if at all, it is usually labeled as the problem of the elderly, which it is therefore self-evidently assumed will fade away over time. This approach is to be questioned, as the progress in technological transformation, particularly in communication, is so rapid and complex that even the “digital natives” will sooner or later struggle to keep up with the speed of change and themselves turn into “digital immigrants.” Thirdly, the different use of the digital world does not depend on age or gender but on social position. The digital divide results on the one hand in the intensification of existing social inequalities and on the other in the creation of new forms of inequality—in extreme cases it leads to groups’ exclusion from digital societies (Rudolph 2019). This may happen with growing frequency, particularly if daily life is increasingly organized via apps (e.g., for access to mobility).

## 3.4 DIGITAL TRANSPORT PLATFORMS

### 3.4.1 Datafied marketplaces, pricing, and trust

From the perspective of digital platforms, urban transport platforms can be seen as datafied marketplaces (Dijk et al. 2018), where data extracted from various infrastructural and personal sources are matched with specific mechanisms to meet demand with supply, while lowering transactional costs (Dijk et al. 2018). Datafied marketplaces are increasingly being created by both the private and public sector—leading to the convergence of all modes of transport (see section 4 on MaaS). However, the playing field is far from equal, as the amounts of data owned by tech companies vastly outweigh the data streams collected or owned by the public sector. The unwillingness to share their data may lead to a potential conflict of interest between commercial operators and the common good of a well-functioning, integrated transit system.

Two important aspects of the datafied marketplace of digital transport platforms are pricing and the organization of trust. Pricing plays a central role in the transport business; however, it remains unclear whose interests are served: Is it to increase net gain for the platform? Is it to optimize travel and waiting times for all passengers? Or is it to optimize travel for premium customers at the cost of other groups (Dijk et al. 2018: 81)? Trust is another key element for the success of transport platforms. Platforms vitally need trust and a good reputation to operate: an increasing number of users want platforms to assume more responsibility. Normative rating apparatuses used by companies like Uber are well known. For CAVs, the trust systems will have to be engineered in different ways, for example by showing the degree of geographic coverage of a transport network company (TNC), or maybe how well they are serving structurally underserved areas.

### 3.4.2 Governance: An example of an alternative approach

As many scholars have often pointed out, sharing models (including those for CAVs) will not automatically make transit systems more efficient for all social groups. In fact, the opposite will be the case if it is not governed with a comprehensive view. For example, ride-sharing services in New York have led to a fall in ridership of the metro since their introduction in 2016; consequently, the average speed in central Manhattan fell by 12% from 2010 to 8.1 miles per hour in 2017 (Fitzsimmons/Hu 2017).

#### **Case study: São Paulo—Government as the central actor**

An interesting example of designing a comprehensive approach toward platformization of an entire urban transportation system can be witnessed in the megacity of São Paulo—a city notorious for being segregated with starkly unequal access to services. The city management of São Paulo is currently recalibrating the commodification of the urban mobility system and testing a novel transport concept. In a new proposed law, the local government will sell “credits” to all network service providers that want to make use of the city’s infrastructure. For each kilometer driven, a TNC will have to buy mobility credits, which will be auctioned off on a pay-as-you-drive model. These credits will be priced dynamically; for example, they will be made cheaper for providers offering public transport to the underserved, or for providing transport for disabled persons, to stimulate providers to serve a particular group of customers. They will also be used to promote certain labor market policies—for example, by reserving a certain amount of credits for female drivers.

This case study shows how public values can be incorporated into the conceptualization of a platform’s mechanism of commodification. The goal is to maximize the transport system’s effi-

ciency from the point of view of public values rather than profit alone (Dijk et al. 2018). Findings from this large-scale experiment could be valuable for the widescale deployment of CAVs in the future.

## **4. THE CASE OF MAAS: PLANNING IN TIMES OF DEEP UNCERTAINTY**

### **4.1 MAAS: BENEFITS AND CHALLENGES**

Digitalization in the transport sector has brought about substantial changes to the incumbent transport industry. In particular, the way digital platforms are applied have significantly revolutionized mobility services: they provide new channels for travelers and service providers to interact and enable new business models and mobility services to emerge. Consequentially, the urban transport system landscape in cities around the world is transforming in ways that were unimaginable even a decade ago.

At the center of this development is a new transport concept called “Mobility-as-a-Service” (MaaS). MaaS is a transport concept that combines different transport services to provide travelers with a transport solution via a single interface. The available transport services are bundled together and offered to users in exchange for a monthly payment or a pay-as-you-go tariff, similar to mobile phone services. It provides a demand-orientated mobility service that can be tailored and customized to meet users’ requirements (for reviews of MaaS, see Kamargianni et al. 2016, Jittrapirom et al. 2017, Pangbourne et al. 2018).

Arguably, the concept of providing mobility as a service even predates the automobile. With horse-drawn carriages, taxis, vehicle renting and sharing services, travelers could already access and benefit from these modes of transport without having to own them. Also, efforts to bring together different modes of transport by amalgamating vehicles, schedules, and payment under the notion of integrated transport has been ongoing for decades. Smart mobility concepts, which aim to implement the IoT in the transport system to enhance convenience, accessibility, and better management of individual mobility services are already prevalent and have become part of daily life in several cities. So, what is new and unique about MaaS?

The novelties that set it apart are twofold. Firstly, the principal focus of MaaS is in meeting travelers’ needs. MaaS seeks to combine existing advanced technologies to provide a layer of information exchange that can seamlessly integrate these different modes of transport to provide a mobility service that caters to users’ needs (Finger et al. 2015). This focus is more explicit in MaaS than in the other previous transport concepts. In MaaS, each traveler is theoretically offered a range of mobility options, which are selected and optimized by a computer algorithm to best fit their needs. The provision of a single platform that combines all available modes will also ease accessibility and call attention to less familiar or new modes, as well as the interchangeability between different modes.

Secondly, MaaS can bring together the positive attributes and characteristics of existing mobility concepts (e.g., sustainable, active, and integrated mobility) to better manage the overall operation of urban transport systems (Wong et al. 2019). For instance, MaaS can contribute to the better use of the available capacity by enabling supply and demand to match better, and allowing travelers to switch spontaneously from, say, congested systems of transport to those with more available capacity. Also, MaaS can deter travelers from private vehicle use with its “access instead of ownership” paradigm, and potentially offer sustainable and seamless mobility services.

These innovations can combine to offer an effective solution to address localized urban transport challenges (e.g., congestion, air quality, noise) and respond to the global challenge of the climate emergency. MaaS can also offer several short-term perks (e.g., convenience, health benefits, and other incentives) required to encourage travelers to use a more sustainable and environmentally friendly mode through its personalization and integration with other sectors (e.g., retail).

Despite the many potential benefits, there are a number of challenging issues around the planning of MaaS. For example, it is still questionable whether the aforementioned perks are sufficient to alter travelers' behavior or whether it would need additional infrastructure to induce change—as the choice of mode is often argued to be rooted “in the human physiological structure” (Knoflach 2007: 395). Moreover, “MaaS has considerable potential for deception” (Pangbourne et al. 2019: 13), as the narratives around MaaS are largely dominated by private businesses that usually see it solely as a means to achieve higher levels of efficiency and convenience in the transport sector. While these arguments may hold, efforts must be made to bring about a more balanced discussion that examines other aspects, such as equity, sustainability, and environmental impacts.

The role of the public sector will be absolutely crucial in ensuring the involvement of other stakeholders, (such as the civic sector) and in realizing the societal benefits associated with Mobility as a Service (Jittrapirom et al. 2018b). Although several public sector activities have been ongoing for a decade (see box 1 below), more can be done to help the public to understand MaaS and encourage them to engage with the discourses that are currently still limited to tech companies, public service providers, academia, and governmental organizations. The limited public involvement may stem from the novelty of MaaS as a concept; however, only a broader engagement of citizens can turn MaaS into a valuable constituent of future urban landscapes.

## 4.2 PILOT PROJECTS AND SCHEMES OF MAAS: GOVERNMENT AS A CENTRAL ACTOR

The potential prospects of MaaS in solving urban transport problems have attracted the interest of public policymakers from around the world. The European Commission, for example, has been very active in stimulating activities associated with MaaS (see box 1). At the member state level—particularly in the Austria, Finland, Netherlands, Finland and UK — there are lively discussions and initiatives around MaaS (Polis 2017).

**Box 1:** A selection of activities related to MaaS with government as the central actor.

---

The European Commission had declared 2018 to be the “Year of Multimodality” to emphasize the importance of multimodality for EU transport systems and dedicated three key thematic areas to MaaS: digitalization, support for multimodal (physical and digital) infrastructure and innovation, and legislative framework to protect passenger rights during multimodal journeys. The Commission also started to provide funding in 2018 to support the advancement of MaaS through several financial mechanisms, such as Horizon 2020, Multiannual Financial Framework (MFF), and the new Framework Programme for Research and Innovation (FP9). Additionally, it also organized Digital Transport Days and the Transport Cybersecurity Conference for the first time in 2019.

---

---

In the Netherlands, MaaS has attracted keen interest from various parties. It is seen as a stepping-stone toward building a sustainable and smart city, strongly driven by the promise of efficiency gained through new transport systems and the potential to create new business opportunities. In 2016 the MaaSifest taskforce was established, bringing together experts from various sectors to formulate action plans to accelerate the adoption of MaaS (MaaSifest n.d.). The Dutch central government and the Ministry for Infrastructure and Water Management have also shown interest in MaaS as an alternative approach to solving transport congestion alongside investment in infrastructure and public transportation. Several initiatives have been launched to support this ambition and to accelerate its realization. They include the implementation of projects, such as SCRIPTS in 2016 and the initiation of market consultations on MaaS in 2017. A tendering process in 2018 followed the latter for pilot projects in seven regions - Amsterdam, Eindhoven, Limburg, Northern provinces, Rotterdam, Twente and Utrecht - several of these pilots are underway as of 2020.

---

In Finland the active governmental support for MaaS is led by the Finnish Transport Agency, which published a report on MaaS in 2015. In 2016 the Helsinki Regional Transport Authority (HSL) agreed on a cooperation with Whim, a MaaS platform, to sell its single-journey ticket through its platform (HSL 2016). This agreement was the first of its kind in a real-world operational setting. The following year, the Finnish government published a new act on transport services, with the aim of creating the preconditions for the digitalization of transport services and new business models. The act consists of three components: (1) the provision on the interoperability of data and information systems (came into force on January 1, 2018); (2) provisions for air, maritime, and rail markets and the opening up of data and regulation of transport registers; and (3) a reflection on the act's objectives of creating digital services. This act was adopted as of July 1, 2018 (Vayla 2018).

---

The government of the United Kingdom, headed by the Department of Transport, commissioned a study on MaaS to examine its feasibility for London in 2015 (Kamargianni et al. 2015). The study found that the application of MaaS would bring potential benefits to transport operators, and that it would outweigh the potential costs. Subsequently, the government called for a roundtable discussion on MaaS in 2017 (Government Office for Science 2017) and thereafter launched a formal inquiry into the subject (Parliament 2017). Currently, there are several MaaS research projects running in the UK (e.g., MaaS4EU and Pro-MaaS by MaaS Lab). This also includes the operation of the Whim service (see Finland) in the Midlands region of the UK.

---

In Japan, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport, and Tourism (MLIT) and the Ministry of Economy, Trade, and Industry (METI) launched a Smart Mobility Challenge Promotion council in 2019. The commission brought together local authorities, private business, and other related institutions to discuss the potentials and opportunities of new mobility services in Japan. Later that year, the council called for a public tender and selected 19 advanced MaaS pilot projects with a total value of ¥3.1 billion (approx. €25 million). The 19 projects can be classified into MaaS for suburban, rural, and depopulated areas, and also for tourism. Several of them have been in operation since late 2019 and are expected to continue till the end of 2020.

---

## 4.3 PLANNING MAAS DURING DEEP UNCERTAINTY

The pilot projects conducted in different countries have provided the first indications of the necessary preconditions for implementing MaaS on a large scale, as well as the quantification of possible impacts of MaaS on the performance of the transport system in general. However, these indications are still too limited in number and often too case-specific to allow broad generalizations. There is still a high degree of uncertainty surrounding MaaS as to how it should be implemented, and what the real benefits would be from its large-scale rollout (Jittrapirom et al. 2018a).

The level of uncertainty is high for several reasons. Firstly, knowledge about this novel transport concept is still limited. Several of the issues shaping the ongoing debate revolve around the ambiguities underlying the precise definition of the service, its overall effect on the urban transport system, and the uncertainties regarding users' and stakeholders' acceptance. The second dimension concerns the complexity of the urban transport system, which stems from the interconnectivity and interoperability of the entities within the urban system (Kölbl et al. 2008). The complex entanglements between these different entities make it difficult to predict future behaviors resulting from any single intervention (Pojani/Stead 2015, Jittrapirom et al. 2017). Thirdly, the evaluation of the outcome of interventions by decision makers can be uncertain. Although these outcomes may be forecasted with some certainty, the inherent subjectivity of their evaluation can be influenced by contingent factors, such as public mood at the time of measurement. Finally, uncertainties associated with external forces play a significant role. Specific forces, such as demographic development, can be forecasted with some accuracy using past data, whereas other forces, such as national economic development or other surprise events (i.e., a black swan), are more difficult to predict. Researchers are addressing these uncertainties by adapting appropriate planning techniques, for instance, robust decision-making (RDM) and Dynamic Adaptive Policy Pathways (DAPP; see Haasnoot et al. 2019, Lempert 2019, Walker et al. 2019).

### Dynamic Adaptive Policy Pathways

A promising alternative to the orthodox planning technique that has been suggested in view of developing MaaS is Dynamic Adaptive Policymaking (DAP), which deals with uncertainties by assuming that they can be predicted with some accuracy using statistical or scenario-based approaches. The DAP approach first allows policies to be developed for novel concepts using available information and then focuses on reducing uncertainties during their implementation through monitoring and adaptation processes. It helps policy makers to deal with deep uncertainties regarding contested opinions and mental models of those involved in the planning process when those policy makers have no previous experience to draw upon (see Jittrapirom et al. 2018a for how DAP is applied to MaaS planning). However, there are several drawbacks of DAP. As a “predict and act” method, it is based on explorations of past experiences that may be limited in dealing with the implementation of MaaS. For instance, its development process often involves a limited group of experts, potentially restricting the perspectives and the comprehensiveness of the plan. Also, there are challenges in implementing the approach in practice, which includes dealing with complex and contested issues and establishing the trigger points for the complex system. Moreover, it needs to take into account the implications of institutions and governance (Bosomworth et al. 2017). Finally, DAP requires additional techniques to calculate the costs involved in shifting between different plans of the adaptive pathways (Haasnoot et al. 2019). Some studies have sought to address these weaknesses by combining DAP with computational simulation (Hamarat et al. 2013) and some by involving groups of different experts (Pas et al. 2012). Yet another study combines DAP with the Delphi method, an anonymized way to systematically capture the opinion of a group of experts (Jittrapirom et al. 2018b).

## 5. WHAT DOES THIS MEAN FOR CAVS?

### 5.1 COMPREHENSIVE PLANNING

As researchers have repeatedly pointed out, if unregulated, CAVs and other new mobility solutions—such as car-sharing, ride-sharing, and ride-hailing services—are expected to make cars even more appealing and hence possibly draw passengers away from (existing) public transport systems (EU Science Hub 2019). Therefore, how to design a comprehensive transport system will remain the key challenge for mobility management. If a country or a city administration is willing to deploy CAVs while simultaneously subscribing to progressive policies of making transport cleaner and more equitable than its car-centered present, then it will have to engage with research and the political questions of planning that address questions revolving around (a) how to minimize the risks of implementing new mobility services by instigating dynamic forms of adaptive policymaking, (b) how to steer digitalization in a democratically, socially, and ecologically sustainable direction, and (c) how to create a value-centric and public interest-oriented platform society.

### 5.2 PUBLIC VALUE-CENTRIC DESIGN: THREE CRITICAL QUESTIONS

As already hypothesized, in view of current trends it is highly likely that transport services for CAVs will be offered via platforms or platform ecosystems of some sort. It can be assumed that the conflicts arising from these future platforms will be very similar to those existing today. For example, despite the obvious differences, the ongoing legal battles fought between legacy taxi firms and Uber are likely to be no different than those potentially fought with CAV platforms if they threaten the order of existing labor markets, hide under the radar of sectoral legislation, or undermine other aspects of public interest. Given the situation that the “implementation of platforms in society triggers a fierce discussion about private benefit and corporate gains versus public interests and collective benefits,” and that “many platforms have grown surprisingly influential before a real debate about public values and common goods could get started” (Dijk et al. 2018: 3), the question that appears to lie at the heart of political commitments and the design of future CAV platforms is how they can incorporate public values and benefit the common good. This will mean that governments and regulators will first have to comprehend the intricate ways in which public values are contested or eroded through the practices of platforms, and then find a broad consensus about the principles that could shape their regulation (Stowel/Vergote 2016). Scholars such as van Dijk et al. (2018) and governmental bodies like the House of Lords (2019) have suggested conceptualizing the principle of a “public value-centric design” of the platform society as a whole. The question lying at its core is: in what kind of society do we want to live in the digital age? This seemingly lofty and philosophical inquiry quickly becomes tangible when coders actually start designing the platform’s algorithms. Consciously or unconsciously, they build values into their designs—be they corporate, commercial, or in the public interest.

The first question that arises in this context is: what are public values and which of these values do specific societies want to uphold (see also section 3.3.4)? Moore (1995) describes public value as the value that an organization contributes to society to benefit the common good. As Bozeman (2007) says, the common good can be translated into a number of propositions that are achieved through collective participation in forming a shared set of norms and values. Public values may include privacy, safety, security, accuracy, etc. They may pertain to broader societal effects, such as fairness, accessibility, affordability, inclusiveness, democratic control, or accountability. Also, public values are site- and case-specific, i.e., the values upheld in rural

Japan may be very different than those in rural Germany. Public values are also ideologically variable and defining them is not the sole privilege of the public sector. Depending on the specificities of the country, this may imply the simple act of rereading and reemphasizing the values already inscribed in the respective nation's constitution. A challenge that would remain for governance is how public values can be advocated and the terms for their implementation negotiated. It is quite evident that there will be no globally universal recipes for their negotiation. Articulating which values are contested by whom and in which context may help to shape the current platform ecosystem in ways that will make it more responsive to public concerns. As mentioned in the section on data-driven urbanism, the governance of platforms will need a whole-of-government approach and the involvement of all relevant stakeholders in society.

The second question that follows is: who will be responsible for anchoring these public values in the platforms and which institutions could oversee the regulation? Besides the need for collaborative action among transnational actors to regulate the global ecosystems of infrastructure platforms, it will be local actors who will play an essential role in keeping an eye on the private sector. An effective way to meet this challenge might be to turn governments into central actors in the platform society. They could themselves become developers of comprehensive platforms centered on public values and collective goals, such as aspired to by the local government of São Paulo (see 3.3.2). Overseeing the regulation can perhaps also be undertaken by independent third-party institutions like civic watchdogs installed by civil society.

The third question is: how can public values be anchored in platforms? The main concern of a value-centric design of the platform society is how to retool the current platform ecosystem by tilting its underlying mechanisms toward “societal valorization” (Dijk et al. 2018:146). This broadly entails redefining the meanings assigned to the technology, implying that the action needed will be as much technological as sociopolitical. Since the 1980s schools of thought—such as science and technology studies (STS), actor-network theory (ANT), and social construction of technology (SCOT)—have pointed to the effects of broader societal factors in the development of science and technology (Pinter 2008). Contrary to technological determinism, they have shown with different theoretical underpinnings how technology is shaped by complex interactions between numerous vectors of interest and trajectories of change. In this coevolutionary process, the pace of digitalization—mainly driven by corporate players with a technocratic view of the world—is creating an immense lag in the formulation of complementary rationalities and alternative narratives. Efforts to deploy the digital products in a democratic direction will need to broadly anchor democratically endorsed narratives that simultaneously denote technological and ethical elements—such as “ethical technology,” “urban commoning,” “open data,” “open-source ecologies”—in the mindsets of regulators, politicians, stakeholders, and society at large. The technological anchoring and algorithmic translation will follow, or rather, coevolve with the wider context of sociocultural, political and environment discourse (Pinter 2008). It will be the result of a multi-institutional endeavor involving the nexus of public discourse, policy measures, and technological fixes.

## 6. CONCLUSION

This paper has explicated the systemic interlinkages currently unfolding between the emerging practices of the data-driven city and digital platforms. It took MaaS as a case study to exemplify the insecurities arising in the planning of mobility services offered through a digital platform. The choice of these foci for this review was based on the assumption that CAV-based services

will be offered via digital platforms of some sort in the future and that this will take place in a data-driven city. The article has shown how the urban is being reframed by the conceptualization of the city as a crucible of data that have to be extracted in every way possible (data-driven city). The main tenets of this belief are based on the conviction that all urban processes can and should be measured and monitored, and all urban malfunctions can be treated as technical problems. This understanding of determinism and linear logic has been questioned since the failures of the urban modeling of the 1970s, with the critique of Forrester's model (Gray et al. 1972) and, among others, the classification of Lowrin models (Li/Gong 2016). Also, increasing social diversities are excluded from these models and the general understanding of human behavior is reduced to rational behavior only ("homo oeconomicus").

Further, this paper has shown how the convergence of the physical (spatialities) and the digital (codes) are creating a new kind of cyber-physical reality that is profoundly transforming the academic and managerial imaginaries of the urban. It has been argued that in order to create (socially responsible) mobility services with CAVs, it will be essential to understand the dynamics of these emerging hybrid landscapes. The authors sketched out a mental map of a fourfold process which, according to them, depicts the incessant production of the cyber-physical landscape in the data-driven city. This fourfold movement constitutes (a) the extraction of data from cyber-physical space, (b) the storage of data, (c) the analysis and construction of meaning out of these data and their simultaneous transformation into value in the form of services, and (d) these services augmenting the materialities of everyday life. The socio-technical formations of digital platforms play a key generative role in the production of these cyber-physical landscapes, while MaaS or CAVs play constitutive roles.

Moreover, this paper has demonstrated that digital platforms are shaping the process of digital transformation in profound ways. They are rapidly transforming the entire field of urban services—from news to education, from entertainment to health. Mobility services will play a key role in this newly evolving real-virtual landscape, including services offered around CAVs. It is evident by now that the city of the future will increasingly be built on digital platforms and apps. After effecting radical changes in the business sector, online platforms are now steadily challenging the structures, organizations, and institutions of the state (government); the relationality of power flowing through the networks of state, market, and civil society (governance); and also the techniques, procedures, programs, and strategies of state and non-state agencies that are shaping citizens' conduct (governmentality; Pieterse 2008, Jessop 2004).

While acknowledging the weight of the global framing conditions of politics, technology, the economy, and societal change, the main conclusion of this paper is that the outcome of the digitalization and platformization of public services is neither entirely predetermined, nor is the future locked in by solely entrepreneurial logic or the specter of surveillance. It is still possible for national governments and societies to envision a digital social order that reflects a democratic and equitable direction based on public interest, and to implement these novelties in adaptive manners that enable quick feedbacks of the lessons learnt. This can be achieved if the relevant actors (a) precisely understand the legal engineering and intricate mechanisms of commercially operating platforms, and (b) strive to incorporate public values and collective interests into the architecture of these digital formations, practices, and routines. Promising experiments in the field substantiate this possibility. Public values include the fight against the many forms of digital divide (see 3.3.4).

Policy recommendations will have to move with care and reflexivity, because cutting through the vicissitudes of the emerging cyber-physical world means taking paths as yet untrodden. Seeing the current platform ecosystem being predicated on an architecture shaped overwhelmingly by economic values and corporate interests, and given the complexities of the presumably highly heterogeneous landscape of future service providers operating with diverse logics and inter-

ests, it is realistic to conceptualize a regulatory framework that clearly defines principles while leaving space for local adaptation. The coordinates that anchor the authors' recommendations revolve around the principle of public values. Depending on the political specificities of the country, this may imply the simple act of rereading and reemphasizing the values already inscribed in the respective nation's constitution. The question lying at the center of political commitment and the critical design of future platforms is: how can platforms incorporate locally negotiated public values and benefit the common good? The main lesson learned from the global discourse around digital platforms is that while platforms may enhance personalized benefits and economic gain, they simultaneously put pressure on collective means and public services. The fact that the activities of platforms do not automatically translate into public benefits is the main issue of contention. Public values are at the center of a struggle over a more equitable and democratic platformization of society as a whole, of which mobility, health, education, and other aspects of urbanism are subsets. From this it can be inferred that the key concerns for new governance models for CAV platforms will revolve around the following questions: (a) how will online platforms penetrate a specific transport sector, (b) how are the sectoral platforms embedded in the platform ecosystem as a whole, (c) which site-specific public values are identified, (d) how is their implementation negotiated, and (e) who will oversee their regulation? From the perspective of transport planning, a comprehensive approach and dynamic forms of adaptive policy making and—dynamic adaptive planning can address the looming danger that the deployment of personalized transport systems, such as MaaS, or potential future CAV platforms may bring and minimize the risk of decreasing inclusive public transport services or reduced affordability.

Governments have always negotiated with commercial parties to design regulatory frameworks. To build a trustworthy global platform ecosystem, they will have to distribute responsibilities among the market, state, and civil society (Dijk et al. 2018). They will need a multi-stakeholder, multi-sectoral, and, essentially, a multinational approach that will require a rethinking of social contracts based on equality and solidarity on a global scale. If countries want to protect their democratic values, build more equal societies, and if they believe that only the free flow of information can build a healthy society, then creating governance models for a responsible platform society will have to be a key agenda for governments in the 21st century.

This review made it evident that the myriad manifestations of the digital revolution will not only radically change the imaginaries of the city, but also the foundations of the socio-technical order of human civilization at large. In times of unprecedented corporate power, the digital space—initially conceptualized as a commons—shows signs of becoming both a splintered arena with an unequal distribution of power, resources, and services, and a real-virtual place for geopolitical, ideological, technological, and legal conflicts—carried out mainly between the USA, the European Union, and China. In the maze of competing critical perspectives on the potential of an equitable future for the internet, views mainly oscillate between two poles: those with a pessimistic view based on the belief that on every conceivable front of digital change lingers the superior cunning of a system that is merely reinventing and perpetuating the existing conditions of inequality and exploitation; the other, more optimistic view is based on the belief that after a phase of initial disorientation and legal vacuum when it comes to regulatory mechanisms, rational policy agendas will incrementally stipulate the conditions of the digital world and make it—and by extension the real-virtual space it governs - a more equitable place.

While this paper was being completed, the world was being ravaged by COVID-19. One consequence of this unprecedented magnitude of disruption in the modern world, was unquestionably the rapid acceleration of digitalization. While the world was rapidly moving its activities into the virtual world, the debate on basic human rights flared up, as country after country in the democratic world attempted to suspend citizens' rights to privacy by deploying digital platforms to track and trace infected persons. In rare cases, civil society was involved in the process of

designing these apps. At the end of the crisis, studies will show which countries could both respond aptly to the crisis and inscribe democratic values into their spontaneous digital responses. In late March 2020, while the virus was in full swing, a UK delegate to the UN's International Telecommunications Union (ITU) said: "Below the surface, there is a huge battle going over what the internet will look like" (FT 2020). It will be of utmost importance to bring this battle to the surface of public discourse and create a broad and constructive debate on the future of the cyber-physical world. The stakes are high: Do we want a greener and fairer world or do we accept a more unequal one? Do we want an urbanized world of openness and transparency or a world of surveillance and authoritarian control?

## LITERATURE

- Annany, M., and K. Crawford. 2016 (2018). "Seeing without knowing: Limitations of the transparency ideal and its application to algorithmic accountability," in *New Media & Society* (20) 3, <https://doi.org/10.1177/1461444816676645>.
- Aridi, A., and U. Petrovčič. 2020. "How to regulate Big Tech?," in *'Future Development' blog of the Brookings Institution and the World Bank, Feb 13, 2020*, <https://www.brookings.edu/blog/future-development/2020/02/13/how-to-regulate-big-tech/> (July 6, 2020).
- Artioli, F. 2018. "Digital platforms and cities: a literature review for urban research," in *Cities are back in town*. Working Paper (2018) 01, 1–34.
- Banerjee, I. 2014. "Smart Cities: A contested marketplace for large corporations and small communities," in *Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift* (159) 1, 53–59.
- Banerjee I., and I. Fischer-Schreiber. 2015. *Digital. Communities 2004–2014. Selected Projects from Prix Ars Electronica*. Linz: ARS Electronica. <https://www.aec.at/prix/en/kategorien/digital-communities/> (July 6, 2020).
- Barns, S. 2018. "Smart cities and urban data platforms: Designing interfaces for smart governance," in *City, Culture and Society* 12, 5–12. <https://doi.org/10.1016/j.ccs.2017.09.006>.
- Batty, M. 2012. "Smart Cities, Big Data," in *Environment and Planning B: Planning and Design* (39), 191–193. <https://doi.org/10.1068/b3902ed>.
- Bassoo V., V. Ramnarain-Seetohul, V. Hurbungs, T. P. Fowdur, and Y. Beeharry. 2018. "Big Data Analytics for Smart Cities," in *Internet of Things and Big Data Analytics Toward Next-Generation Intelligence*, ed. by N. Dey, A. Hassanien, C. Bhatt, A. Ashour, and A. Satapathy, Studies in Big Data, vol. 30. Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60435-0\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60435-0_15).
- Beck, U., A. Giddens, and S. Lash. 1996. *Reflexive Modernisierung. Eine Kontroverse*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Bostoën, F. 2018. "Neutrality, fairness or freedom? Principles for platform regulation," in *Internet Policy Review* 7 (1). <https://doi.org/10.14763/2018.1.785>.
- Bozeman, B. 2007. *Public Values and Public Interest: Counterbalancing Economic Individualism*. Washington, DC: Georgetown University Press.
- Bratton, B. H. 2015. *The Stack: On Software and Sovereignty*. Cambridge, MA/London: MIT Press.
- Brenner, N. 1998. "Between Fixity and Motion: Accumulation, Territorial Organization and the Historical Geography of Spatial Scales," in *Environment and Planning D: Society and Space* (16) 4, 459–481. <https://doi.org/10.1068/d160459>.
- Brenner, N. 2019. *New Urban Spaces: Urban Theory and the Scale Question*. Oxford: Oxford University Press.
- Castells, M. 1996. *The Rise of the Network Society*. Oxford: Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444319514>.
- Chang, S. K. J., H. Y. Chen, and H. C. Chen. 2019. "Mobility as a service policy planning, deployments and trials in Taiwan," in *IATSS Research* 43 (4), 210–218. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2019.11.007>.

- Clement, J. 2020. “Number of mobile app downloads worldwide from 2016 to 2019”, in *Statista*. <https://www.statista.com/statistics/271644/worldwide-free-and-paid-mobile-app-store-downloads/> (July 6, 2020).
- Coletta C., L. Heaph, S.-Y. Perng, and L. Waller. 2017. “Data-driven Cities? Digital Urbanism and its Proxies: Introduction,” in *Tecnoscienza—Italian Journal of Science and Technology Studies* 8 (2), 5–18.
- Digital Charter UK 2018. “Digital Charter: A response to the opportunities and challenges arising from new technologies,” policy paper. <https://www.gov.uk/government/publications/digital-charter> (July 6, 2020).
- Dijck, J. van, T. Poell, and M. de Waal. 2018. *The Platform Society: Public Values in a Connective World*. New York, NY: Oxford University Press.
- EMOTIVE 2020. Homepage. <http://emotive.lboro.ac.uk> (Jan 15, 2020). EU Science Hub 2019. The Future of Road Transport—Implications of automated, connected, low-carbon and shared mobility. <https://ec.europa.eu/jrc/en/facts4eu/future/future-of-road-transport> (July 6, 2020). <http://doi.org/10.2760/668964>.
- European Commission 2015. “Consultation on Regulatory environment for platforms, online intermediaries, data and cloud computing and the collaborative economy,” Sep 24, 2015, 5. [https://cnnumerique.fr/files/uploads/2015/11/PositionCNNum\\_ConsultationonplatformsEUCommission.pdf](https://cnnumerique.fr/files/uploads/2015/11/PositionCNNum_ConsultationonplatformsEUCommission.pdf) (July 6, 2020).
- Fengler, W., and I. Gill. 2019. “A new alphabet for Europe: Algorithms, big data, and the computer chip,” in Future Development blog of the Brookings Institution and the World Bank, Apr 18, 2019, <https://www.brookings.edu/blog/future-development/2019/04/18/a-new-alphabet-for-europe-algorithms-big-data-and-the-computer-chip/> (July 6, 2020).
- Financial Times 2020. “China and Huawei propose reinvention of the internet,” in *Financial Times*, Mar 27, 2020. <https://www.ft.com/content/c78be2cf-a1a1-40b1-8ab7-904d7095e0f2> (July 6, 2020).
- Finger, M., N. Bert, and D. Kupfer. 2015. “Mobility-as-a-Service: from the Helsinki experiment to a European model?,” in *FSR Transport* (2015) 01. <https://doi.org/10.2870/07981>.
- Getzner M., J. Kadi, A. Krisch, and L. Plank. 2018. “Plattform-Ökonomien: Kennzeichen, Wirkungsweisen und Bedeutung für die Stadtentwicklung,” in *Jahrbuch des Departments für Raumplanung der TU Wien 2018*, ed. by J. Suitner, S. J. Dangschat, and R. Giffinger, vol. 6, 129–144.
- Glaeser, E. L. 2011. *Triumph of the City: How Our Greatest Invention Makes Us Richer, Smarter, Greener, Healthier, and Happier*. New York, NY: Penguin Press.
- Gray, J. N., D. Pessel, and P. P. Varaiya. 1972. “A Critique of Forrester’s Model of an Urban Area,” in *IEEE—Transactions on Systems, Man, and Cybernetics (SMC-2)* 2, 139–144. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1972.4309083>.
- Haasnoot, M., A. Warren, and J. H. Kwakkel. 2019. “Dynamic Adaptive Policy Pathways (DAPP),” in *Decision Making under Deep Uncertainty*, ed. by V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, and S. Popper. Cham: Springer, 71–92. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-05252-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05252-2_4).
- Hamarat, C., J. H. Kwakkel, and E. Pruyt. 2013. “Adaptive Robust Design under deep uncertainty,” in *Technological Forecasting and Social Change* 80 (3), 408–418. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.10.004>.
- Hartikainen, A., J.-P. Pitkänen, A. Riihelä, J. Räsänen, I. Sacs, A. Sirkiä, and A. Uteng. 2019. Whimpack: Insights from the world’s first Mobility-as-a-Service (MaaS) system. N.p.: Ramboll. [https://ramboll.com/-/media/files/rfi/publications/Ramboll\\_whimpack-2019](https://ramboll.com/-/media/files/rfi/publications/Ramboll_whimpack-2019) (July 6, 2020).
- Haselmayer, M., and M. Jenny. 2017. “Sentiment analysis of political communication: combining a dictionary approach with crowd coding,” in *Quality and Quantity* 51, 2623–2646. <https://doi.org/10.1007/s11135-016-0412-4>.
- HSL 2016. “HSL Government Approves Model Contract for Travel Chain Cooperation HSL.” <https://www.hsl.fi/uutiset/2016/hsln-hallitus-hyvaksyi-sopimusmallin-matkaketjuysteistyosta-9317> (Jan 23, 2020).
- Helmond, A. 2015. “The Platformization of the Web: Making Web Data Platform Ready,” in *Social Media + Society* (1) 2. <https://doi.org/10.1177/2056305115603080>.
- House of Lords Select Committee on Communications 2019. *Regulating in a Digital World. 2nd Report of Session 2017–19*. [https://www.regulation.org.uk/library/2019-HoL-Regulating\\_in\\_a\\_Digital\\_World.pdf](https://www.regulation.org.uk/library/2019-HoL-Regulating_in_a_Digital_World.pdf) (July 6, 2020).

- ITU 2020. "International Telecommunication Union, United Nations Specialized Agency for information and communication technologies," homepage. <https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx> (July 6, 2020).
- Jessop B. 2004. "Hollowing out the 'nation state' and multi-level governance," in *A Handbook of Comparative Social Policy*, ed. by P. Kennett. Cheltenham/Northampton, MA: Edward Elgar, 11–27.
- Jittrapirom, P., V. Caiati, A.-M. Feneri, S. Ebrahimigharehbaghi, M. J. Alonso González, and J. Narayan. 2017a. "Mobility as a Service: A Critical Review of Definitions, Assessments of Schemes, and Key Challenges," in *Urban Planning 2* (2), 13–25. <https://doi.org/10.17645/up.v2i2.931>.
- Jittrapirom, P., H. Knoflacher, and M. Mailer. 2017b. "The conundrum of the motorcycle in the mix of sustainable urban transport," in *Transportation Research Procedia* (25), 4869–4890. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.365>.
- Jittrapirom, P., V. Marchau, R. van der Heijden, and H. Meurs. 2018a. "Dynamic adaptive policymaking for implementing Mobility-as-a Service (MaaS)," in *Research in Transportation Business & Management* (27), 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.07.001>.
- Jittrapirom, P., V. Marchau, R. van der Heijden, and H. Meurs. 2018b. "Future implementation of mobility as a service (MaaS): Results of an international Delphi study," in *Travel Behaviour and Society*, 1–59. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.12.004>.
- Jittrapirom, P., W. van Neerven, K. Martens, D. Trampe, and H. Meurs. 2019. "The Dutch elderly's preferences toward a smart demand-responsive transport service," in *Research in Transportation Business & Management* (30). <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2019.100383>.
- Kamargianni, M., W. Li, M. Matyas, and A. Schäfer. 2016. "A Critical Review of New Mobility Services for Urban Transport," in *Transportation Research Procedia* (14), 3294–3303. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.277>.
- Kamargianni, M., M. Matyas, W. Li, and A. Schäfer. 2015. Feasibility Study for 'Mobility as a Service' concept in London. London: UCL Energy Institute. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3808.1124>.
- Kitchin, R. 2014. "The real-time city? Big data and smart urbanism," in *GeoJournal* (79), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8>.
- Kitchin, R., and G. McArdle. 2016. "What makes Big Data, Big Data? Exploring ontological characteristics of 26 datasets," in *Big Data and Society* (3) 1. <https://doi.org/10.1177/2053951716631130>.
- Kitchin, R., T. P. Lauriault, and G. McArdle (eds.). 2017. *Data and the City*. London: Routledge.
- Knoflacher, H. 2007. "Success and failures in urban transport planning in Europe—understanding the transport system," in *Sadhana* 32, 293–307. <https://doi.org/10.1007/s12046-007-0026-6>.
- Kölbl, R., M. Niegl, and H. Knoflacher. 2008. "A strategic planning methodology," in *Transport Policy* 15 (5), 273–282. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2008.07.001>.
- Langley, P., and A. Leyshon. 2017. "Platform capitalism: The intermediation and capitalisation of digital economic circulation," in *Finance and Society* 3 (1), 11–31.
- Lempert, R. J. 2019. "Robust Decision Making (RDM)," in *Decision Making under Deep Uncertainty*, ed. by V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, S. Popper. Cham: Springer, 23–51. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-05252-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05252-2_2).
- Leszczynski, A. 2016. "Speculative futures: Cities, data, and governance beyond smart urbanism," in *Environment and Planning A: Economy and Space* 48 (9), 1691–1708. <https://doi.org/10.1177/0308518X16651445>.
- Leszczynski, A. 2020. "Glitchy vignettes of platform urbanism," in *Environment and Planning D: Society and Space* (38) 2, 189–208. <https://doi.org/10.1177/0263775819878721>.
- Li, X., and P. Gong. 2016. "Urban growth models: progress and perspective," in *Science Bulletin* (61) 21, 1637–1650. <https://doi.org/10.1007/s11434-016-1111-1>.
- Mazzucatto, M. 2013. *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. London: Anthem Press.
- MaaSifest (n.d.). "Mobility as a Service is the future for Mobility." <http://www.connekt.nl/initiatief/mobility-as-a-service/> (July 6, 2020).
- May, A. D. 2003. *A Decision Makers' Guidebook: Developing Sustainable Urban Land Use and Transport Strategies*. Brussels: European Commission. [https://www.researchgate.net/publication/241745361\\_A\\_Decision\\_Makers%27\\_Guidebook](https://www.researchgate.net/publication/241745361_A_Decision_Makers%27_Guidebook) (July 6, 2020).

- Moore, M. H. 1995. *Creating Public Value: Strategic Management in Government*. Cambridge, MA/London: Harvard University Press.
- OECD 2019. “Regulatory effectiveness in the era of digitalisation,” June 2019. <https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/Regulatory-effectiveness-in-the-era-of-digitalisation.pdf> (July 6, 2020).
- Offenhuber, D., and C. Ratti (eds.). 2014. *Decoding the City: Urbanism in the Age of Big Data*. Basel: Birkhäuser.
- Pangbourne, K., M. N. Mladenović, D. Stead, and D. Milakis. 2019. “Questioning mobility as a service: Unanticipated implications for society and governance,” in *Transportation Research Part A: Policy and Practice* (131), 35–49. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.033>.
- Pangbourne, K., D. Stead, M. Mladenović, and D. Milakis. 2018. “The Case of Mobility as a Service: A Critical Reflection on Challenges for Urban Transport and Mobility Governance,” in *Governance of the Smart Mobility Transition*, 33–48. <https://doi.org/10.1108/978-1-78754-317-120181003>.
- Commons Select Committee 2017. “Mobility as a Service: Committee explores transformative potential,” in News from Parliament—UK Parliament, (14.11 2017). <https://www.parliament.uk/business/committees/committees-a-z/commons-select/transport-committee/news-parliament-2017/mobility-as-a-service-launch-17-19/> (Jan 23, 2020).
- Pieterse, E. 2008. *City Futures: Confronting the Crisis of Urban Development*. Cape Town: UCT Press.
- Pinter, R. 2008. *Information Society: From Theory to Political Practice*. Budapest: Gondolat új Mádátum.
- Pojani, D., and D. Stead. 2015. “Sustainable Urban Transport in the Developing World: Beyond Megacities,” in *Sustainability* 7 (6), 7784–7805. <https://doi.org/10.3390/su7067784>.
- Polis 2017. “Mobility as a Service: Implications for urban and regional transport.” [https://www.polisnetwork.eu/wp-content/uploads/2017/12/polis-maas-discussion-paper-2017-final\\_.pdf](https://www.polisnetwork.eu/wp-content/uploads/2017/12/polis-maas-discussion-paper-2017-final_.pdf). (July 6, 2020).
- Priisalu, J., and R. Ottis. 2017. “Personal control of privacy and data: Estonian experience,” in *Health and Technology* (7), 441–451. <https://doi.org/10.1007/s12553-017-0195-1>.
- Rudolph, S. 2019. *Digitale Medien, Partizipation und Ungleichheit. Eine Studie zum sozialen Gebrauch des Internets*. Wiesbaden: Springer VS.
- Scott, J. C. 1998. *Seeing like a State: How Certain Schemes to Improve the Human Condition Have Failed*. Berkeley, CA: Yale University Press.
- Shelton, T., M. Zook, and A. Wiig. 2015. “The ‘actually existing smart city,’” in *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* (8) 1, 13–25. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsu026>.
- SMILE 2014. “Pilot operation.” [http://smile-einfachmobil.at/pilotbetrieb\\_en.html](http://smile-einfachmobil.at/pilotbetrieb_en.html) (Feb 14, 2020).
- Söderström, O. 2014. “Smart city as corporate storytelling,” in *City* (18) 3, 307–320. <https://doi.org/10.1080/13604813.2014.906716>.
- Söderström, O., and A.-C. Mermet. 2020. “When Airbnb Sits in the Control Room: Platform Urbanism as Actually Existing Smart Urbanism in Reykjavík,” in *Frontiers in Sustainable Cities* (2) 15. <https://doi.org/10.3389/frsc.2020.00015>.
- Strowel, A., and W. Vergote. 2016. “Digital Platforms: To Regulate or Not To Regulate?,” in *European Commission Newsroom*. [https://ec.europa.eu/information\\_society/newsroom/image/document/2016-7/uclouvain\\_et\\_universit\\_saint\\_louis\\_14044.pdf](https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2016-7/uclouvain_et_universit_saint_louis_14044.pdf) (July 6, 2020).
- Srnicek, N. 2017. *Platform Capitalism*. Cambridge/Malden: Polity Press.
- Tiwana, A. 2014. *Platform Ecosystems: Aligning Architecture, Governance, and Strategy*. Amsterdam/Boston, MA/Heidelberg/London/New York, NY/Oxford/Paris/San Diego, CA/San Francisco, CA/Singapore/Sydney/Tokyo: Morgan Kaufmann.
- Townsend, A. M. 2013. *Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia*. New York, NY/London: W. W. Norton & Company.
- Pas, J. W. G. M. van der, J. H. Kwakkel, and B. van Wee. 2012. “Evaluating Adaptive Policymaking using expert opinions,” in *Technological Forecasting and Social Change* 79 (2), 311–325. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.07.009>.
- Vayla 2018. “The role of the Finnish Transport Agency in Finnish public transport.” <https://vayla.fi/web/en/transport-system/public-transport#.Xik1VGgzZaQ> (Jan 23, 2020).
- Walker, W. E., V. A. W. J. Marchau, and J. H. Kwakkel. 2019. “Dynamic Adaptive Planning (DAP),” in *Decision Making under Deep Uncertainty*, ed. by V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, S. Popper. Cham: Springer, 53–69. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-05252-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05252-2_3).

Wong, Y. Z., D. A. Hensher, and C. Mulley. 2020. "Mobility as a service (MaaS): Charting a future context," in *Transportation Research Part A: Policy and Practice* (131), 5–19. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.030>.

Zipper, D. 2019. "There's No App for Getting People Out of Their Cars ," *Bloomberg CityLab*, 13.11.2019, <https://www.citylab.com/perspective/2019/11/mobility-app-transit-options-ridesharing-bike-car-ownership/601858/> (Feb 14, 2020).

**Open Access** This article is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence and indicate if changes were made.

The images or other third party material in this article are included in the chapter's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the chapter's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

