

# Öffentlicher Verkehr, Innovation und Mobilitätswende

Professionelle Akteure im Spannungsfeld zwischen  
politischer Ambition und Planungsroutinen

Zur Erlangung des akademischen Grades eines  
DOKTORS DER PHILOSOPHIE (Dr. phil.)

von der KIT-Fakultät für Geistes- und Sozialwissenschaften des  
Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)  
angenommene

DISSERTATION

von

**Max Reichenbach**

KIT-Dekan: Prof. Dr. Michael Mäs

1. Gutachter: Prof. Dr. Armin Grunwald
2. Gutachter: Prof. Dr. Michael Mäs
3. Gutachter: Prof. Dr. Jochen Gläser

Tag der mündlichen Prüfung: 31. Januar 2025

Online-Veröffentlichung in KITopen:

<https://doi.org/10.5445/IR/1000178462>



*„Diese Gesellschaft redet sich gerade ein, das Klima lasse sich mit regenerativer Energie und ein paar technischen Neuerungen retten. Aber das stimmt nicht.“*

Bernd Ulrich, *Die Zeit* Nr. 30/2021, S. 1



# Zusammenfassung

Als Beitrag zum Klimaschutz und zur Reduktion zahlreicher weiterer Verkehrsbelastungen stehen dem Mobilitätssystem umfangreiche Transformationsprozesse bevor. Unter dem Stichwort einer Verkehrs- und Mobilitätswende ist eine umwelt- und stadtgerechtere Mobilität ein zentrales politisch diskutiertes und wissenschaftlich untersuchtes Ziel, der öffentliche Verkehr soll darin als Rückgrat nachhaltiger Mobilität wesentlich gestärkt werden. Ebenso wichtiges Element sind technologische Innovationen, die eine effizientere Verkehrsabwicklung versprechen, zugleich aber auch unerwünschte Wirkungen haben können. Mit der Umsetzung konkreter Planungen und Projekte des öffentlichen Verkehrs befasst, spielen professionelle Akteure auf der lokalen und regionalen Ebene deswegen eine wichtige Rolle. Sie stehen direkt im Spannungsfeld zwischen Verkehrswende und technologischen Entwicklungen, ihre Herausforderungen in diesem Spannungsfeld stehen im Zentrum der vorgelegten problemorientierten Forschung und wurden in einer Reihe von Projekten und Vorveröffentlichungen untersucht, aus denen sich die Arbeit zusammensetzt.

Die Forschung folgt entlang der sogenannten Multi-Level-Perspektive einem Verständnis von Mobilität als sozio-technischem System, mit einem Fokus auf das sozio-technische Regime und dessen Transformationsprozesse. Im Detail werden dabei konzeptionelle Forschungsansätze zu Enactor-Selector-Prozessen technologischer Innovationen, in denen professionelle Akteure des öffentlichen Verkehrs wichtige Auswahlentscheidungen treffen, verbunden mit einem vertieften Blick auf Institutionen als Kernelement sozio-technischer Regime, die im öffentlichen Verkehr mit seiner Vielzahl von Akteuren, der dichten Regulierung und gerade im Hinblick auf eine auch strukturelle Transformation besonders bedeutsam sind. Auf Ebene der professionellen Akteure verbinden und verdichten sich beide Perspektiven, schließlich gestalten diese unter den Voraussetzungen ihres jeweiligen institutionellen Handlungsrahmens und unter Nutzung technologischer Potentiale vor Ort die konkreten Infrastrukturen und Angebote zukünftiger öffentlicher Mobilität und gehen dabei unter anderem mit möglichen Zielkonflikten um. Zentrale Forschungsziele sind daher ein verbessertes Verständnis der Rolle professioneller Akteure im Mobilitätssystem und der Rahmenbedingungen, unter denen diese innerhalb und unter Weiterentwicklung ihrer professionellen Praktiken zu einer Verkehrs- und Mobilitätswende beitragen können.

Als Forschungsgegenstand dienen zum einen urbane Seilbahnen: Die Charakteristika dieses technologisch ausgereiften Verkehrsmittels bedingen einen begrenzten Einsatzbereich, jedoch bestehen insbesondere im Überwinden topographischer und infrastruktureller Barrieren spezifische Potentiale. Dennoch wurde trotz vielzähliger Ideen in Deutschland bisher kein voll in den öffentlichen Verkehr integriertes urbanes Seilbahnprojekt umgesetzt. Teils fehlte den Vorschlägen eine klare Vorstellung der Integration in das jeweilige öffentliche Verkehrsangebot, strukturell herausfordernd ist jedoch vor allem die bisher mangelnde Passung zu den Routinen des sozio-technischen Regimes, die über die vergangenen Jahre hinweg erst schrittweise angepasst werden. Für die professionellen Akteure fehlen bzw. fehlten in den etablierten Abläufen des öffentlichen Verkehrs Erfahrungswerte und Arbeitsinstrumente, um urbane Seilbahnplanungen fundiert zu

verfolgen. Auf neue technologische Lösungen mit noch bestehenden Unsicherheiten ist dabei speziell die Logik üblicher Bewertungsmethoden nicht gut ausgelegt, die aber wegen des dichten Regulierungsgefüges insbesondere hinsichtlich der Inanspruchnahme von Investitionszuschüssen nicht ohne Weiteres umgangen werden können. Angesichts des großen Ausbaubedarfs im öffentlichen Verkehr sind diese Herausforderungen jedoch teils erkannt worden und die Rahmenbedingungen seiner professionellen Praktiken wurden inzwischen gezielt weiterentwickelt, um neben einer stärkeren Berücksichtigung von Beiträgen zum Klimaschutz unter anderem auch urbane Seilbahnen explizit abzubilden.

Zum anderen werden die Potentiale des automatisierten Fahrens im öffentlichen Verkehr untersucht: Technologisch bisher mit noch viel größeren Unsicherheiten besetzt, werden dem automatisierten Fahren insgesamt verbreitete disruptive Potentiale zugeschrieben. Unklarheit besteht jedoch über die möglichen Transformationspfade, die von einer maximal individualisierten Mobilität und Verkehrszunahme bis zu einer Mobilität öffentlicher, geteilter Shuttles reichen. Trotz der weitreichenden Folgen für das Mobilitätssystem und insbesondere die zukünftige Rolle des öffentlichen Verkehrs liegt die Aufmerksamkeit in diesem Themenfeld bisher vor allem auf technologischen Fragen und weniger auf möglichen Konfigurationen und Zielkonflikten der Technologie im Mobilitätssystem und im Verhältnis zu den Zielsetzungen nachhaltiger Mobilität. Vorgeschlagen wird daher eine Erweiterung des technologischen Blickwinkels insbesondere um die Perspektiven der nachhaltigkeitsorientierten Reallaborforschung, um diese Fragen transdisziplinär zu adressieren und dabei auch die Herausforderungen für professionelle Akteure sowie den Bedarf und die Möglichkeiten für die Weiterentwicklung professioneller Praktiken im öffentlichen Verkehr in den erweiterten Fokus zu rücken.

Beide Forschungsgegenstände gemeinsam zeigen, wie technologische Innovationen, professionelle Praktiken und die mit ihnen verbundenen Institutionalisierungsprozesse ineinandergreifen. Besonders vor dem Hintergrund der in das automatisierte Fahren gesetzten Erwartungen wird der Bedarf für eine verstärkte Aufmerksamkeit auf die Rolle professioneller Akteure auf lokaler und regionaler Ebene und darüber hinaus deutlich, weil deren Handlungsrahmen wesentlich darüber mitbestimmt, ob die Zielsetzungen einer nachhaltigkeitsorientierten Verkehrs- und Mobilitätswende erreicht werden können und wie technologische Lösungen hierzu beitragen können. Um die Voraussetzungen für eine tatsächliche deutliche Stärkung des öffentlichen Verkehrs besser zu verstehen, muss also Institutionalisierung neben neuen Technologien und veränderten Mobilitätsmustern stärker untersucht werden. Dabei geht es auch um den Steuerungsbedarf im Sinne einer geeigneten übergeordneten politisch-regulatorischen Rahmensetzung unter dem hier vorgeschlagenen Begriff eines ‚Directional Decision-Making‘. Über Technikermöglichkeit hinaus setzt dieses die normative Orientierung auf eine nachhaltige Mobilität um in eine aktiv angestoßene Institutionalisierung in Form von Richtungsentscheidungen, innerhalb derer sich technologische Entwicklungen und professionelle Praktiken im weiteren Transformationsprozess entfalten können.

# Summary

The mobility system is facing extensive transformation processes in order to reduce its carbon footprint and numerous other negative effects of current traffic volumes. For a sustainability-oriented mobility transition, strengthening environmentally friendly modes of transport is an important political goal and pathways to achieve this are studied scientifically, including a role of public transport as the backbone of sustainable mobility. Technological innovations for more efficient transport are another important factor but may as well have adverse side effects. At the local and regional level, professional actors play an important role in implementing concrete public transport projects, acting in a field of tension between mobility transition goals and technological developments. The related challenges build the research focus of this doctoral thesis, building on a series of research projects and previously published research.

Following the so-called multi-level perspective with its understanding of mobility as a socio-technical system, primary attention is paid to the socio-technical regime level and its transformation processes. A first perspective considers enactor-selector processes, with professional actors in public transport taking important selection decisions regarding technological innovations. This is combined with a consideration of institutions as a core element of socio-technical regimes, which are particularly relevant in public transport with its multitude of actors and dense regulation, also taking into account the need for a structural transformation. Both perspectives intersect at the level of professional actors who shape infrastructures and future public transport services, with their professional practices guided by both institutional frameworks and available technological options. The primary research goal is thus an improved understanding of the roles and practices of professional actors in the mobility system, including potential conflicts of interest and objectives, and the framework conditions under which those are able to contribute to a mobility transition.

As a first case, urban ropeways are addressed. Using mature technology, urban ropeway characteristics imply a limited range of possible applications, but include specific potential in overcoming topographical and infrastructural barriers. Nevertheless, despite numerous ideas and projects, no urban ropeway with full public transport integration has been implemented in Germany so far. Some proposals lacked a clear idea of integration into existing public transport networks from the beginning. More importantly, however, a bad fit with the planning routines of the socio-technical regime could be identified as a structural barrier, with those routines only gradually being adapted over the past years. Within established public transport routines, professional actors are lacking or have lacked experience and suitable tools to conduct urban ropeway projects in a well-founded way. Particularly, this affects the logics of typical project appraisal tools, which are not well equipped for new technological solutions with still existing uncertainties. At the same time, these tools cannot be easily circumvented due to dense regulation and requirements for receiving public subsidies, in particular. Facing the increasing needs to extend public transport services, however, these challenges have been partly recognised in the socio-

technical regime. Specific steps have been taken to further develop professional practices and the related frameworks in order to explicitly reflect urban ropeways as well as a stronger consideration of carbon footprint reductions.

As a second case, the potentials of automated driving in public transport are addressed. Despite many remaining uncertainties due to the early state of technological development, disruptive potentials are widely attributed to automated driving. A wide range of transformation pathways seems possible, from an even more individualised mobility and increasing traffic volumes to a public system of shared shuttle services. Despite potentially far-reaching consequences for the mobility system and the future role of public transport, attention in the field of automated driving has focused mainly on technological issues so far. Possible socio-technical configurations and potentially conflicting goals have been discussed in less detail, particularly concerning the relation of automated driving with the objectives of sustainable mobility. A broadening of perspectives is thus proposed, including sustainability-oriented real-world laboratory approaches. Utilising transdisciplinary forms of cooperation, the automated driving debate should be enriched by considering challenges for professional actors as well as options for further developing professional practices in public transport.

Both cases together show how technological innovations, professional practices, and the institutionalisation processes associated with them intertwine. Particularly considering the expectations placed in automated driving, the need for increased attention to the role of professional actors becomes evident, including the local and regional level as well as higher levels. The scopes of actions and the routines of professional actors are essential to achieving a sustainability-oriented mobility transition, including the ways in which technological solutions can contribute to meeting the respective goals and ambitions. In order to better understand the prerequisites for actually strengthening public transport in a significant way, institutionalisation must therefore be examined more closely alongside with new technologies and changed mobility patterns. This also involves wider governance needs concerning suitable frameworks in terms of policies and regulation, suggesting a 'directional decision-making' strategy as discussed in this doctoral thesis. Moving beyond technology-enabling, this kind of strategy translates the normative orientation towards sustainable mobility into active steps of institutionalisation, taking directional decisions which then frame the further development of technologies and professional practices during the socio-technical transformation process.

**Enthaltene Vorveröffentlichungen / embedded publications**

- Puhe, M. & Reichenbach, M. (2014). In der Nische gefangen? Seilbahnen als Ergänzung des urbanen öffentlichen Verkehrs. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 23(1), 30–38. <https://doi.org/10.14512/tatup.23.1.30>
- Reichenbach, M. & Puhe, M. (2018). Flying high in urban ropeways? A socio-technical analysis of drivers and obstacles for urban ropeway systems in Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61(B), 339–355. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.019>
- Reichenbach, M. & Puhe, M. (2022). Struggling with inertia: Regime barriers opposing planning and implementation of urban ropeways. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100023>
- Reichenbach, M. (2021). *Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr: Diskussionspapier* (KIT Scientific Working Papers Nr. 164). <https://doi.org/10.5445/IR/1000132693>
- Reichenbach, M. & Fleischer, T. (2023). From ambition to implementation: institutionalisation as a key challenge for a sustainable mobility transition in Germany. *Energy, Sustainability and Society*, 13(14). <https://doi.org/10.1186/s13705-023-00392-6>



# Inhalt

<b>I. Professionelle Akteure im Fokus</b>	<b>17</b>
1. Ausgangslage und Motivation .....	17
2. Die Rolle professioneller Akteure des öffentlichen Verkehrs .....	19
3. Drei Schritte zur theoretisch-konzeptionellen Fokussierung.....	20
3.1. Problemstellung.....	21
3.2. Theoretisch-konzeptionelle Rahmung.....	24
3.3. Fokussierung.....	25
4. Forschungsziele.....	27
5. Forschungsgegenstände und konkretisierte Fragestellungen.....	28
6. Methodische Umsetzung .....	30
7. Ergebnisüberblick: Beiträge der Vorveröffentlichungen.....	33
Literaturverzeichnis.....	37
<b>II. In der Nische gefangen?</b>	<b>43</b>
Seilbahnen als Ergänzung des urbanen öffentlichen Verkehrs <i>Maike Puhe, Max Reichenbach</i>	
1. Hintergrund.....	43
2. Der ÖV in Deutschland .....	44
3. Urbane Seilbahnen als neues Element im ÖV.....	45
4. Fallbeispiele Koblenz und Trier .....	47
4.1. BUGA-Seilbahn Koblenz .....	47
4.2. Petrisbergaufstieg Trier .....	48
5. In der Nische gefangen?.....	50
Literaturverzeichnis.....	51

<b>III. Flying high in urban ropeways?</b>	<b>55</b>
A socio-technical analysis of drivers and obstacles for urban ropeway systems in Germany	
<i>Max Reichenbach, Maïke Puhe</i>	
1. Introduction.....	56
2. The multi-level perspective on socio-technical transitions.....	57
3. Methods.....	59
3.1. Expert interviews .....	60
3.2. Interviews with actors in the field.....	61
3.3. Data analysis.....	63
4. Results and Discussion .....	63
4.1. Challenges and barriers for the diffusion of urban ropeways .....	64
4.1.1. A small niche with inherent challenges.....	64
4.1.2. Fit with urban transport needs.....	66
4.1.3. Inertia within the public transport regime .....	68
4.1.4. Public opposition against infrastructure projects .....	69
4.2. Stimulating drivers for the emergence of urban ropeways .....	71
4.2.1. Flagship projects and event-driven ropeways .....	71
4.2.2. Landscape pressure to improve public transport.....	73
4.2.3. Active search for alternatives by the public transport regime .....	74
4.2.4. The expected impact of future urban ropeway installations.....	76
5. Conclusions.....	77
References.....	78
Appendices .....	82
<b>IV. Struggling with inertia</b>	<b>85</b>
Regime barriers opposing planning and implementation of urban ropeways	
<i>Max Reichenbach, Maïke Puhe</i>	
1. Introduction.....	86
1.1. Research goal: Understanding regime barriers for urban ropeways .....	87

1.2. Innovation processes in the public transport service regime .....	88
1.3. Typical steps in extending public transport networks in German cities .....	89
2. Case description and methods .....	90
2.1. City selection .....	91
2.2. Expert workshops .....	92
2.3. Analytical approach.....	92
3. Results .....	93
3.1. Use cases for urban ropeways .....	93
3.2. Integration into public transport networks .....	94
3.3. Urban ropeways as a driver of urban development .....	96
3.4. Planning procedures for urban ropeways .....	97
3.5. Openness vs. uncertainties.....	98
4. Discussion .....	100
5. Conclusion.....	102
References .....	103
<b>V. Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr</b>	<b>107</b>
Diskussionspapier	
<i>Max Reichenbach</i>	
1. Potentiale und Herausforderungen des automatisierten Fahrens .....	108
1.1. Wirkungsdimensionen des AF .....	108
2. Testfelder, Living Labs und Reallabore.....	113
2.1. Bezug zur gesellschaftlichen Akzeptanz des AF .....	114
2.2. Relevanz von Reallaboren für AF .....	115
3. Fokussierung auf die Perspektive „AF im ÖV“ .....	117
4. Professionelle Akteure im ÖV.....	118
5. Mögliche Fragestellungen zu AF im ÖV.....	121
5.1. Aktivitäten innerhalb der ÖV-Branche.....	121

5.2. Wissenschaftlicher Diskurs zu AF und Transformation im Mobilitätssystem ....	123
6. Potentiale für Reallabore .....	125
6.1. Experimentieren für Nachhaltige Mobilität jenseits technischer Fragen .....	126
6.2. Entwicklung einer Diffusionsstrategie für AF im ÖV .....	128
6.3. Schnittstellen zu technischen Fragen.....	129
6.4. Bestehende Anknüpfungspunkte .....	130
7. Herausforderungen und Grenzen .....	130
7.1. Wissenschaftliche Erkenntnis vs. praktische Umsetzung.....	131
8. Fazit.....	132
Abkürzungsverzeichnis.....	133
Literaturverzeichnis .....	133
Anhang.....	139
A1. Literaturbasis zu Wirkungsdimensionen des AF .....	139
A2. Akteurskartierung ÖSPV Stuttgart / VVS.....	143
A3. Expertenmeinungen im Kontext des Tech Center a-drive.....	145
<b>VI. From ambition to implementation</b>	<b>151</b>
Institutionalisation as a key challenge for a sustainable mobility transition in Germany	
<i>Max Reichenbach, Torsten Fleischer</i>	
1. Background.....	152
1.1. The role of local public transport professionals .....	153
1.2. Institutions in the socio-technical regime .....	154
1.3. Public transport professionals and professional practices .....	155
1.4. Analytical framework.....	156
2. Methods .....	157
2.1. Case selection .....	157
2.2. Methods – urban ropeways .....	157
2.3. Methods – automated driving.....	158

3. Results .....	159
3.1. Urban ropeways: Uncertainties regarding internal public transport routines ..	159
3.1.1. Fundamental procedural uncertainties .....	160
3.1.2. Relating uncertainties to public transport professionals' general openness .....	160
3.2. Automated driving: Moving beyond a technology perspective.....	161
3.2.1. Public transport professionals' scope for action .....	163
3.2.2. Technically-oriented experimentation in public transport.....	163
3.2.3. Between a vision of the future and today's planning practice.....	164
3.2.4. Regulatory issues for new forms of public transport supply .....	165
4. Discussion .....	166
4.1. Institutionalisation challenges.....	166
4.2. Limits of the perspective towards (local) public transport actors .....	169
5. Conclusions .....	170
References .....	172
<b>VII. Diskussion und Ausblick</b> .....	<b>177</b>
1. Institutionalisierung im Zentrum von Transformation .....	177
2. Ausblick und weiterer Forschungsbedarf.....	181
Literaturverzeichnis.....	184
<b>Gesamtliteraturverzeichnis.....</b>	<b>187</b>
<b>Gesamtabbildungsverzeichnis .....</b>	<b>208</b>
<b>Gesamttabellenverzeichnis .....</b>	<b>209</b>



# I. Professionelle Akteure im Fokus

## 1. Ausgangslage und Motivation

In den vergangenen Jahren hat der Klimawandel als politische Herausforderung in zahlreichen Politikfeldern vermehrte Aufmerksamkeit erfahren oder ist zumindest stärker Gegenstand der öffentlichen Debatte geworden, beispielsweise durch die „Fridays-for-future“-Bewegung. Zu den betroffenen Politikfeldern zählt insbesondere die Verkehrspolitik, deren Nachholbedarf bezüglich der Verminderung von Treibhausgasemissionen vielfach dokumentiert ist (u. a. Brand et al., 2020; Hendzlik et al., 2023; Hochfeld et al., 2017; Holden et al., 2020; Holden et al., 2019; Marsden et al., 2020). Die zunehmende Aufmerksamkeit auf das Thema Verkehr hat jedoch nicht ausschließlich mit den klimaschädlichen Wirkungen des Verkehrssektors zu tun. Vielmehr ist das Thema umwelt- und ebenso stadtgerechter Verkehr bereits seit vielen Jahrzehnten Gegenstand wissenschaftlicher, politischer und ebenso gesellschaftlicher Auseinandersetzung, wie beispielhaft die außerordentlich lange Debatte um die auch jüngst wieder in den Fokus gerückte Geschwindigkeitsbeschränkungen sowohl innerorts als auch auf Autobahnen zeigt (Bauernschuster & Traxler, 2021; Heinrichs et al., 2023; Klenke, 2007; Lange, 2020; Schmaus et al., 2023; Sommer et al., 2016). Diese Auseinandersetzung verweist darauf, dass das heutige Verkehrssystem eben nicht nur wesentlich zu den anthropogenen Treibhausgasemissionen beiträgt, sondern auch in vielen anderen Bereichen unerwünschte Wirkungen hervorruft, beispielsweise durch Luftschadstoffe, Lärmemissionen, Flächenbedarf, die Förderung von Zersiedelung oder die Verschärfung sozialer Ungleichheiten. Diese Perspektive verschiebt zugleich den Fokus weg vom eigentlichen Verkehrsgeschehen hin zu einem weiter gefassten Mobilitätssystem und bezieht damit die Zwecke und gesellschaftlichen Funktionen mit ein, die mit dem Zurücklegen einzelner Wege tatsächlich bedient werden (Füsser, 2018; Rosenbaum, 2016).

Als zentraler Lösungsansatz, um die negativen Auswirkungen des heutigen Mobilitätssystems zu überwinden, ist die Stärkung umwelt- und stadtgerechter Formen der Mobilität als Kern nachhaltiger Mobilität seit langer Zeit anerkannt und wird unter den Stichworten der Verkehrs- und Mobilitätswende diskutiert (Canzler & Knie, 2018; Hochfeld et al., 2017; Oetterli et al., 2001). Eine alleinige Beschränkung auf technische Lösungsansätze, die ohne strukturelle Veränderungen eine im Wesentlichen fortgeführte Automobilität nur sauberer machen, gilt demgegenüber als nicht zielführend, weil sie manche der bestehenden Probleme (z. B. den Flächenverbrauch und die Zersiedelung) gar nicht adressiert und auch ansonsten nicht ausreichend schnell im erforderlichen Umfang umsetzbar erscheint (Holden et al., 2019). Umgekehrt ist eine auf strukturelle Veränderungen des Mobilitätssystems zielende Herangehensweise jedoch enorm voraussetzungsvoll und mit umfassenden Übergangswiderständen verbunden. Schließlich reicht sie bis hin zu einem Überdenken bestehender Siedlungsstrukturen, Nutzungsmuster und wirtschaftlicher

Praktiken, die sich über Jahrzehnte unter den Voraussetzungen der herrschenden und forcierten Automobilität entwickelt haben (Kutter, 2020a, 2020b).

Die bis hierhin grob umrissene Thematik ist alles andere als neu, weswegen an dieser Stelle auf eine ausführlichere Darstellung verzichtet werden kann. Insbesondere zu neuen Mobilitätstechnologien ebenso wie zu den Einflussfaktoren von Mobilitätsverhalten, Nutzungsmustern und deren Veränderungspotentialen existiert ein umfassender Literaturbestand und stellt so *Systemwissen* bereit (zur Unterscheidung unterschiedlicher Wissensformen im Zusammenhang mit Transformationsprozessen vgl. Grunwald, 2004; Pohl & Hirsch Hadorn, 2008). Auch zu der möglichst anzustrebenden Ausgestaltung zukünftiger Mobilitätszukünfte insgesamt liegen zahlreiche Untersuchungen vor, die beispielsweise in Form von Szenarien aufbereitet, bewertet und diskutiert sind (z. B. Blanck et al., 2017; Phleps et al., 2015; Verband Deutscher Verkehrsunternehmen [VDV], 2019) und so *Zielwissen* vermitteln.

Interessant wird es jedoch bei der Frage, weshalb trotz dieser umfangreichen Erkenntnisse und Veränderungsansätze die tatsächliche Umsetzung der Zielsetzungen einer breit verstandenen Umgestaltung des Mobilitätssystems bisher nur in ersten Ansätzen oder in stark lokaler oder regionaler Begrenzung erkennbar wird. Die Diskrepanz zwischen einer strategisch als bedeutsam erkannten und in entsprechenden politischen Papieren auch durchaus formulierten Orientierung auf das Mobilitätssystem einerseits (z. B. Bündnis 90/Die Grünen Baden-Württemberg & CDU Baden-Württemberg, 2021; European Commission, 2020; SPD et al., 2021) und der bisher mangelnden tatsächlichen Umsetzung entsprechender Maßnahmen und Programme andererseits findet dabei im wissenschaftlichen Diskurs ihre spiegelbildliche Entsprechung: Auch dort finden im Sinne des *Transformationswissens* die zur Zielerreichung zu durchlaufenden Transformationsprozesse mit ihren Übergangswiderständen und Umsetzungshürden erst in jüngerer Zeit vermehrte Aufmerksamkeit (z. B. Sack et al., 2023).

Die strategische Planung und auch die Gestaltung regulatorischer Rahmenbedingungen im Mobilitätssystem liegen zu einem wesentlichen Teil in der Hand öffentlicher Akteure, wie auch die Charakteristika der typischen Szenarien für nachhaltigkeitsorientierte Mobilitätszukünfte deutlich aufzeigen. Während die strategischen Rahmensetzungen jedoch vor allem auf den verschiedenen Ebenen der politischen Sphäre zu verorten sind, findet innerhalb dieses Rahmens die konkrete Umsetzung der zahlreichen Maßnahmen, die für die Umgestaltung des Mobilitätssystems erforderlich erscheinen, vor allem auf der lokalen und regionalen Ebene statt. Der Blick rückt damit unter anderem auf lokale und regionale Entscheidungsträger und Planer als weitere Akteure im Mobilitätssystem, die für den Wandel an Mobilitätsoptionen und Infrastrukturen wesentliche Verantwortung tragen. Angesprochen sind hier insbesondere kommunale Verwaltungen sowie aufgrund der zentralen Rolle des öffentlichen Verkehrs (ÖV) für eine umwelt- und stadtverträgliche Mobilität zahlreiche weitere Akteure des ÖV, deren Vertreter im Folgenden als „professionelle Akteure“ bezeichnet und deren Handlungsspielräume hier diskutiert werden (zu deren Relevanz vgl. u. a. Monheim & Schroll, 2004). Die Auseinandersetzung mit den Umsetzungsschwierigkeiten, mit denen sich diese professionellen Akteure im Handlungsfeld nachhaltige Mobilität konfrontiert sehen, bildet den Kern der vorliegenden Dissertation.

### **Aufbau der Arbeit**

Die Dissertation setzt sich aus einer Reihe von Vorveröffentlichungen zusammen und gliedert sich wie folgt: Im ersten Kapitel wird das Leitthema der professionellen Akteure in der Mobilitätswende detailliert begründet und erläutert und der theoretisch-konzeptionelle Rahmen wird grob umrissen, der die einzelnen Vorveröffentlichungen als roter Faden verbindet und während der Arbeit an diesen und den ihnen zugrundeliegenden Forschungsprojekten iterativ entwickelt wurde. Die einzelnen Vorveröffentlichungen bilden die fünf folgenden Kapitel der Dissertation. Den Abschluss bilden im letzten Kapitel eine themenübergreifende Diskussion, welche die Einzelergebnisse aus den Vorveröffentlichungen zueinander ins Verhältnis setzt, und ein gemeinsames Fazit.

## **2. Die Rolle professioneller Akteure des öffentlichen Verkehrs**

Der ÖV und die Zuständigkeiten für seine Planung und strategische Weiterentwicklung auf Ebene konkreter Maßnahmen und Projekte – als Teil einer nachhaltigkeitsorientierten Verkehrs- bzw. Mobilitätswende – bilden den inhaltlichen Ansatzpunkt für die hier vorgenommene Abgrenzung der betrachteten professionellen Akteure. Es geht hier also um die Akteure derjenigen Institutionen und Organisationen, die insbesondere in die Planung von Maßnahmen und Projekten für den Ausbau und die Attraktivitätssteigerung des ÖV konkret involviert sind. Dies kann formelle Zuständigkeiten beispielsweise in der Nahverkehrsplanung betreffen (Dziekan & Zistel, 2018; Holz-Rau et al., 2009), jedoch ebenso benachbarte Bereiche etwa hinsichtlich Umweltbelangen oder Fragen der Stadtentwicklung und Raumplanung, mit denen die entsprechenden Planungsprozesse komplex interagieren (Gertz et al., 2018). Außerhalb der kommunalen Verwaltungen spielen – je nach örtlicher Aufgabenverteilung in unterschiedlicher Weise und Intensität – beispielsweise Verkehrsunternehmen, Verkehrsverbünde und weitere Akteure des ÖV wichtige Rollen, außerdem ggf. Planungsbüros oder auch NGOs, die in Planungsprozessen typischerweise beteiligt werden. Wegen vielfältiger Unterschiede beispielsweise je nach Region oder einzelnen verkehrlichen Themen kann hier keine letztgültige, trennscharfe Abgrenzung erfolgen.

Weitere wichtige Wechselwirkungen bestehen insbesondere zu übergeordneten Verwaltungsebenen, die beispielsweise im Zusammenhang mit der Vergabe von Fördermitteln für bestimmte Projekte planerische oder verfahrenstechnische Anforderungen stellen. Deren Vertreter werden jedoch hier explizit nicht als professionelle Akteure mit betrachtet, sondern die dort getroffenen Vorgaben werden vielmehr als ein wesentlicher Faktor berücksichtigt, mit dem professionelle Akteure auf der lokalen und regionalen Ebene im Planungsprozess umgehen.

Wichtiger Aspekt im alltäglichen planerischen Handeln der professionellen Akteure ist die Vielfalt und Komplexität der von ihnen genutzten Arbeitsinstrumente ebenso wie der dahinterstehenden Regelwerke (Köhler, 2014; Stiewe, 2006), entlang eines Projektzyklus beispielsweise mit Machbarkeitsstudien, Variantenvergleichen, Nutzen-Kosten-Analysen, Beantragung von Fördermitteln, Beteiligungsverfahren sowie Ausschreibungsverfahren für die tatsächliche Umsetzung und ggf. den laufenden Betrieb. Dabei unterliegen die Arbeitsinstrumente einer kontinuierlichen Weiterentwicklung, die ihrerseits in einem

Wechselverhältnis steht zu verkehrspolitischen Zielsetzungen und planerisch verfolgten Leitbildern der jeweiligen Zeit (vgl. z.B. Haefeli, 2008 für eine historische Perspektive). Gegenüber dem in vergangenen Jahrzehnten oft forcierten Infrastrukturausbau für die erwarteten Verkehrszunahmen einer automobilen Zukunft („predict and provide“, vgl. Owens, 1995) sind die Vorzeichen wie eingangs dargestellt heute und bereits seit einiger Zeit in vielen Bereichen des Mobilitätssystems umgekehrt, so dass insbesondere ÖV, Rad- und Fußverkehr gefördert und technologische Innovationen zur Unterstützung der nachhaltigkeitsorientierten Zielsetzungen genutzt werden sollen. Dabei bestehen vergleichsweise klare Vorstellungen darüber, wie die diesen Zielen dienenden Infrastrukturen aussehen sollen und welche Nutzungsmuster der mobilen Bevölkerung erwartet werden. Viel weniger deutlich und kaum systematisch ist jedoch bisher artikuliert, welche Spielräume bestehende Planungsabläufe und Arbeitsinstrumente hierzu professionellen Akteuren bereitstellen bzw. welche Anforderungen die Transformation an deren Weiterentwicklung stellt. Dazu zählt auch die Frage, welche Rahmensetzungen ggf. erforderlich sind, damit diese Anforderungen erfüllt werden und die professionellen Akteure effizient an der Umsetzung der veränderten planerischen Ziele arbeiten können. Diese Forschungslücke steht im Zentrum der vorliegenden Dissertation und wird in den folgenden Abschnitten näher beleuchtet.

### **3. Drei Schritte zur theoretisch-konzeptionellen Fokussierung**

Mit dem Blick auf professionelle Akteure nimmt die hier vorgestellte Forschung im Kern eine problemorientierte Perspektive ein. Ihren Ankerpunkt setzt diese an den normativ begründeten Zielsetzungen einer nachhaltigen Mobilität, deren inneren Möglichkeitsraum und ihre komplexe Einbindung in das sozio-technische Mobilitätssystem anerkennend (Banister, 2008; Götz, 2011; Holden et al., 2020; Holden et al., 2019). Besonderes Augenmerk gilt hierbei dem Spannungsfeld zwischen technologischen Entwicklungen und den damit verbundenen Innovationsprozessen einerseits sowie der wissenschaftlich wie politisch zunehmend geführten Debatte um eine Verkehrs- bzw. Mobilitätswende andererseits, das professionelle Akteure des ÖV vor spezifische Herausforderungen stellt. Technologische Optionen sind dabei, selbst wenn sie mit Nachhaltigkeitsanspruch entwickelt werden, nicht per se positiv oder negativ – erst ihre Ausgestaltung und die Art und Weise ihrer tatsächlichen Nutzung erlauben eine umfassende Abschätzung und Bewertung ihrer (erwünschten und unerwünschten) Wirkungen. Dies verleiht dem genannten Spannungsfeld bedeutendes Gewicht.

Neben der ausführlichen Darstellung der inhaltlichen Problemstellung wird die detaillierte theoretisch-konzeptionelle Fundierung der Forschungsperspektive in diesem Abschnitt nur knapp dargestellt. Hier wird auf die ausführlicheren Darstellungen in den einzelnen Vorveröffentlichungen verwiesen, in denen jeweils auch die methodische Umsetzung der Forschung detaillierter dargestellt wird.

### 3.1. Problemstellung

Das sozio-technische System Mobilität – mitsamt all seinen materiellen und immateriellen Strukturen – sieht sich derzeit zahlreichen Herausforderungen gegenüber. Das gilt insbesondere für die durch neue technologische Möglichkeiten bedingten Optionen zur Gestaltung von Mobilität einerseits sowie andererseits unter dem Stichwort der Verkehrswende für die immer dringender an das Mobilitätssystem gerichteten Forderungen nach ausreichenden Beiträgen zum Klimaschutz.

Auf der technologischen Seite geht es hierbei sowohl um einzelne Innovationen wie neue Antriebstechnologien oder neue Systeme im ÖV als auch um strukturell neuartige Mobilitätsangebote und die durch sie ermöglichten neuen Nutzungsmuster, darüber hinaus jedoch auch um potentiell disruptive Auswirkungen unter den Stichworten der Digitalisierung und des Automatisierten Fahrens (vgl. Reichenbach & Fleischer, 2023; zu den disruptiven Potentialen u. a. Chase, 2014; Creger et al., 2019; Fraedrich et al., 2015; Kester et al., 2020).



Abb. I-1: Begrifflichkeiten zur Transformation des Mobilitätssystems (eigene Grafik)

Eine wesentliche Schwierigkeit ergibt sich hieraus, wenn man die genannten technologischen Entwicklungen und die in sie gesetzten Erwartungen der nachhaltigkeitsorientierten Verkehrswendedebatte gegenüberstellt. International unter den Begriffen „sustainable mobility“ und „mobility transition“ weit gefasst (u. a. Banister, 2008; Holden et al., 2020), ist dabei für den deutschen Diskurs – der in der vorliegenden Arbeit im Vordergrund stehen soll – Sorgsamkeit hinsichtlich der Begrifflichkeiten angebracht (Abb. I-1): Eine insbesondere verkehrspolitische Umorientierung mit dem wichtigen Ziel einer Reduktion von Treibhausgasemissionen wird schon seit mehreren Jahrzehnten unter die Überschrift einer Verkehrswende gestellt (Deutscher Bundestag, 1994; Hesse & Lucas, 1991). Die damals artikulierten Strategien des Vermeidens–Verlagerns–Verbesserns gelten weiterhin als die zentralen Ansatzpunkte, um die geforderten Ziele zu erreichen (vgl.

Bongardt et al., 2019), allerdings tritt das wichtige, jedoch besonders voraussetzungsvolle Vermeiden in den vergangenen Jahren teilweise in den Hintergrund. Während Manderscheid (2020) dreigliedrig neben einer Antriebswende explizit die Verkehrswende (hier enger gefasst im Sinne von Verlagerung und Verkehrsorganisation) von einer Mobilitätswende (mit Mobilität als gesellschaftlich komplex eingebettetem System) unterscheidet und auf deren „Steigerungsverhältnis hinsichtlich der Tiefe der Transformation“ (S. 40) verweist, widmet sich die breitere deutsche Verkehrswendebatte vor allem im öffentlichen Diskurs nur recht eingeschränkt strukturellen Rahmenbedingungen und sektorenübergreifenden Verflechtungen wie jenen von Raum- und Verkehrsentwicklung, die besonders für langfristige Vermeidungsstrategien von essentieller Bedeutung sind (u. a. Bauer et al., 2020). Die Mobilitätswende, die hier zusammen mit der Antriebswende wiederum die Verkehrswende bildet (Hochfeld et al., 2017), wird dabei neben ihrem klaren Fokus auf veränderte Nutzungsmuster in der Mobilität weniger deutlich abgegrenzt im Hinblick darauf, in welchem Ausmaß strukturelle Rahmenbedingungen mit dem Begriff implizit verbunden sind.

Die vorliegende Arbeit legt ihren Fokus genau auf diese begrifflichen Mehrdeutigkeiten und Fehlstellen und knüpft wesentlich an die in der Verkehrswendebatte artikulierten Herausforderungen an. Mit dem Begriff der Mobilitätswende ist dabei im Folgenden stets ein erweitertes Begriffsverständnis verbunden, das strukturelle Aspekte und die Rahmenbedingungen von Mobilität und für das Handeln der Akteure im Mobilitätssystem explizit mit einbezieht.

Für die eingangs dargestellten technologischen Entwicklungen ist nun nicht ohne Weiteres klar, inwiefern sie jeweils Beiträge zu einer nachhaltigkeitsorientiert verstandenen Verkehrs- und Mobilitätswende versprechen oder ihr womöglich sogar zuwiderzulaufen drohen. Diese Unsicherheit wird verschärft durch die fortgesetzt enggeführte, stark technologieorientierte Perspektive der bundesdeutschen Verkehrspolitik (vgl. Busch-Geertsema et al., 2015). Eine systematische Befassung in Form einer integrierten Perspektive auf das gesellschaftliche Teilsystem Mobilität fehlt zu wesentlichen Teilen weiterhin. Obwohl auf strategischer Ebene auf allen Politikebenen nachhaltige oder klimagerechte Mobilität als Zielbild formuliert wird, beobachtet Schwedes (2016, 2018) gegenüber stärker integrierten Perspektiven noch in den 1990er Jahren im Gegenteil sogar einen Rückzug auf stärker technologiezentrierte Perspektiven.

Besonders greifbar wird die Leerstelle im vielbeachteten Urteil des Bundesverfassungsgerichts zur mangelnden Konkretisierung von Klimaschutzinstrumenten (BVerfG, 2021) sowie in den auch weiterhin regelmäßig verfehlten CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungszielen des Verkehrssektors (Hendzlik et al., 2023). Dabei ist der Klimaschutz überhaupt nur eine von mehreren Motivationen einer Mobilitätswende, neben den weiteren Herausforderungen wie Belastungen durch Verkehrslärm, Flächenversiegelung oder soziale Gerechtigkeit und Teilhabechancen treten (Bauer et al., 2020; Holden et al., 2020) – und anhand derer nochmals deutlicher wird, warum ein isolierter Technologiefokus auf die Antriebswende nicht zielführend ist.

Bei alledem handelt es sich nicht nur um eine theoretisch-akademische Diskussion. Vielmehr bedingt die mangelnde Auseinandersetzung mit den Anforderungen und Zusammenhängen einer breit verstandenen Mobilitätswende ganz konkrete Schwierigkeiten insbesondere auf

der kommunalen Ebene, wo ein wesentlicher Teil ihrer Bausteine umgesetzt werden müsste: Unter anderem wird Kritik an bestehenden (straßenbauorientierten) Regelwerken und ihrer weiterhin mangelnden Passung zu einer Mobilitätswende sowie an den Mechanismen ihres Zustandekommens und ihrer Fortentwicklung geäußert (Becker & Schwedes, 2020; Fazlic, 2019; Schwedes, 2022). Selbst bei vorhandenen Ambitionen auf der lokalen Ebene stoßen Planungsprozesse regelmäßig auf Hürden im bestehenden Regulierungsrahmen, welche die eigentlich gewünschte Ausgestaltung von Maßnahmen behindern (vgl. May et al., 2017).

Die Bedeutung bewusster, auf eine nachhaltigkeitsorientierte Mobilitätswende zielender Rahmensetzungen wird dabei neben der Infrastrukturentwicklung nicht nur für technologische Entwicklungen, sondern insbesondere auch für neue Geschäftsmodelle und Mobilitätsdienstleistungen zunehmend diskutiert (Ruhrort, 2020; Schippl & Arnold, 2020). Internationale Erfahrungen zeigen dabei, dass derartige Herausforderungen kein spezifisch deutsches Problem sind, sondern auch andernorts regulatorische Rahmensetzungen und konsistente Governance wesentlich darüber entscheiden, wie Bausteine nachhaltiger Mobilität umgesetzt werden können (vgl. z. B. Audouin & Finger, 2018).

Institutioneller Wandel muss daher zentral als notwendiger Gegenstand der Mobilitätswende mitbetrachtet werden, ganz im Bewusstsein um die komplexen inhaltlichen Herausforderungen nachhaltiger Mobilitätsgestaltung und Verkehrspolitik (Kemming et al., 2010) ebenso wie um die grundsätzlichen Herausforderung nachhaltigkeitsorientierter Politiken, unter inhärenten Unsicherheiten arbeiten und mit ihnen strukturiert umgehen zu müssen (Grunwald, 2007). Sozio-technischer Wandel wird nicht nur durch neue Technologien und deren Nutzerinnen und Nutzer wirkmächtig, sondern im Mobilitätssystem ganz wesentlich durch Organisationen und deren Akteure mitgestaltet.

Dabei ist zu beachten, dass unterschiedliche Teilaspekte der Mobilitätswende Organisationen und Akteure in unterschiedlicher Weise betreffen: Während beispielsweise die Antriebswende insbesondere auch die Automobilindustrie herausfordert (neben z. B. dem öffentlichen Sektor hinsichtlich der Ladeinfrastruktur), sind für den Aspekt der Verlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsmittel (neben z. B. Radverkehrsthemen) insbesondere diejenigen professionellen Akteure des ÖV gefordert, die in Abschnitt 2 vorgestellt wurden und daher im Vordergrund dieser Arbeit stehen. In jedem Fall muss neben die Beschäftigung mit Politikinhalt und Instrumenten eine vertiefende Analyse von Institutionalisierungsprozessen im Mobilitätssystem treten. Bleibt dieser Aspekt unterbelichtet, droht Transformationsstreben wichtige Voraussetzungen und Prozessanforderungen für die tatsächliche, umfassende Realisierung der angestrebten Ziele zu übersehen.

Die vorliegende Arbeit zielt darum auf genau diese Fehlstelle, widmet sich den Herausforderungen insbesondere für professionelle Akteure des ÖV und fragt nach ihrem Umgang mit den geschilderten technologischen Entwicklungen im Verhältnis zu den Anforderungen der Verkehrs- und Mobilitätswende. Die folgenden Abschnitte beschreiben zunächst die theoretisch-konzeptionelle Rahmung, bevor diese Problemstellung in konkrete Fragestellungen umgesetzt und auf konkrete technologische Herausforderungen bezogen wird.

### 3.2. Theoretisch-konzeptionelle Rahmung

Um die dargestellte Problemlage professioneller Akteure des ÖV im Mobilitätssystem theoretisch-konzeptionell zu fassen und technologische Entwicklungen mit den verkehrspolitischen Zielsetzungen einer nachhaltigen Mobilität ins Verhältnis zu setzen, bedient sich die vorliegende Arbeit als grundlegende Heuristik der sogenannten Multi-Level-Perspektive (MLP) (Geels, 2012, 2014).<sup>1</sup> Die Analysen fassen Mobilität damit grundlegend als sozio-technisches System auf, fokussieren auf die zugrundeliegenden Strukturen und Mechanismen insbesondere auf Ebene des sozio-technischen Regimes und fragen nach den Abläufen und Treibern von Transformationsprozessen einschließlich der Rolle technologischer Innovationen und ihrer Einbettung in Planungsrouinen.

An die Heuristik der MLP anknüpfend verfolgt die Arbeit insbesondere zwei weitere, sich dabei überlappende theoretische Ansätze, um bestimmte Aspekte der untersuchten Transformationsprozesse detaillierter zu fassen: Zum einen bedient sie sich einer organisationssoziologisch geprägten Perspektive auf Enactor-Selector-Prozesse (Goyal & Howlett, 2018; Rip, 2006), um den Diffusionsprozess technologischer Innovationen genauer zu beleuchten. Mit Blick auf die in Relation zum Thema Mobilitätswende bedeutsamen gesellschaftlichen Aushandlungsprozesse kommt dabei den „Selectors“ und damit insbesondere öffentlichen Organisationen und deren Akteuren besondere Aufmerksamkeit zu. Im Gegensatz zu den „Enactors“ als Treibern auf Seite der Technologieentwicklung treffen die „Selectors“ Auswahlentscheidungen zwischen technologischen Optionen (oder auch dem Status quo bzw. dem Verzicht auf bestimmte Technologien), mit denen sie ihre eigenen, beispielsweise regulatorischen oder verkehrsplanerischen Zielsetzungen zu erfüllen suchen. Von den entsprechenden regulatorischen Rahmensetzungen und der planerischen Berücksichtigung oder Nichtberücksichtigung technologischer Optionen sind öffentliche Infrastrukturen und Verkehrsangebote betroffen, die einen wesentlichen, langfristig entwickelten und langfristig wirksamen Teilbereich des Mobilitätssystems darstellen. Dabei bewegen sich die „Selectors“ ihrerseits in einem Handlungsrahmen, der unmittelbar zum zweiten theoretischen Ansatz führt, nämlich zu Institutionen als prägendem Element sozio-technischer Regime (Fünfschilling & Truffer, 2014; Wirth et al., 2013). Dazu gehören im Themenfeld ÖV beispielsweise Zuständigkeitsfragen, anerkannte Planungs- und Verfahrensgrundsätze, Planungswerkzeuge, verkehrsplanerische Leitbilder oder Selbstverständnisse. Im Kontext der Mobilitätswende ist dieser zweite Aspekt von spezifischer Relevanz: Während ein rein technologischer Wandel mit ‚saubererer‘ Mobilität grundsätzlich auch bei unverändertem Grundgefüge des sozio-technischen Regimes möglich und bedingt durch Pfadabhängigkeiten auch als der kurzfristig leichtere Weg erscheint („Antriebswende“, s. o.), vermag er doch die normativen Zielsetzungen einer nachhaltigen Mobilität in wesentlichen Aspekten nicht zu erreichen (vgl. Zimmer, 2020). Ein darüber hinaus reichender Wandel des Mobilitätssystems – der institutionellen Wandel damit systematisch umfasst – erscheint aus dieser Perspektive unausweichlich.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Für eine ausführlichere Darstellung der Multi-Level-Perspektive wird auf den Theorieteil des Kapitels III „Flying high in urban ropeways?“ verwiesen.

<sup>2</sup> Die hier knapp umrissenen theoretisch-konzeptionellen Grundlagen sind u. a. im Theorieteil des Kapitels VI „From ambition to implementation“ ausführlicher dargestellt.

In der Verknüpfung der unterschiedlichen Analysestränge findet die eingangs dargestellte Problemorientierung der vorgelegten Forschung ihren theoretisch-konzeptionellen Ausdruck. Für ein verbessertes Verständnis der Vielschichtigkeit sozio-technischer Transformationsprozesse des Mobilitätssystems verspricht diese Heranziehung unterschiedlicher konzeptioneller Hintergründe wesentlichen Vorteile für den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn (Temenos et al., 2017).

### 3.3. Fokussierung

Die Analyse der Routinen und des Handelns professioneller Akteure auf der lokalen und regionalen Ebene bildet die Fokussierung im dritten und letzten Schritt. Diese Perspektive folgt der Annahme, dass es die lokale und regionale Arbeitsebene ist, auf der viele der im Spannungsfeld zwischen technologischen Innovationen und der Debatte um eine Verkehrswende auftretenden Fragestellungen und möglichen Zielkonflikte konkret in Erscheinung treten. Hier müssen daher konkrete Antworten und Lösungen gefunden und Entscheidungen getroffen werden, die zugleich wesentlichen Einfluss auf die Art und Weise sowie die Richtung von Transformationsprozessen nehmen.

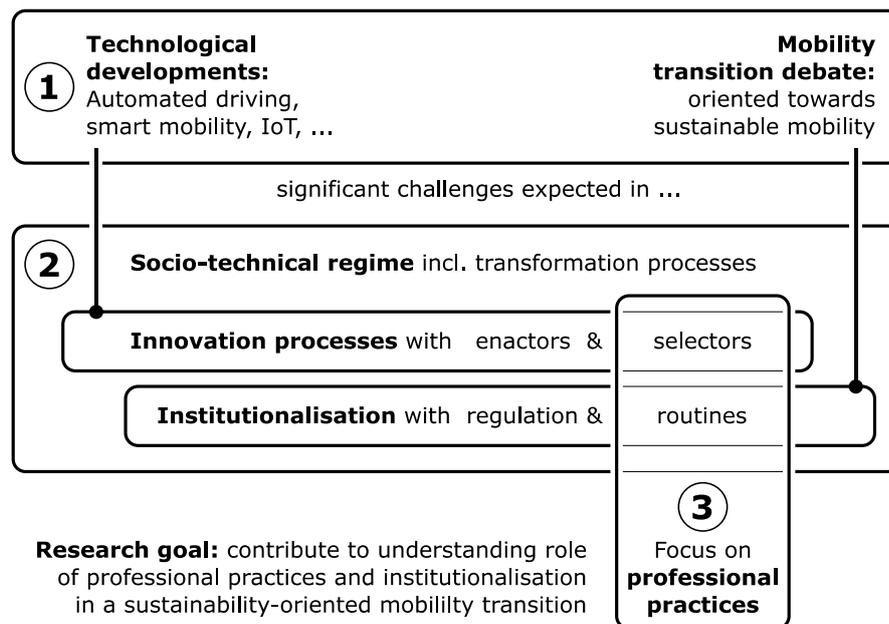


Abb. I-2: Theoretisch-konzeptionelle Fokussierung im Überblick (eigene Grafik)

Abb. I-2 zeigt im Überblick, wie technologische Entwicklungen und die Verkehrswende-debatte (①) innerhalb des sozio-technischen Mobilitätssystems mit dessen Transformationsprozessen in Innovations- und Institutionalisierungsprozessen wechselwirken (②) und wie diese Wechselwirkungen insbesondere professionelle Akteure in ihren professionellen Praktiken herausfordern (③). Im Vergleich zu der bewussten begrifflichen Anleihe bei der Social Practice Theory, deren Anwendungen Social Practices bisher überwiegend als Handlungsmuster auf Seite der Nutzerinnen und Nutzer von Technologien,

Infrastrukturen etc. untersuchen (vgl. Temenos et al., 2017), sind professionelle Praktiken hier offener zu verstehen als typische Handlungsmuster, Prozesse und Routinen auf fachlicher Ebene, also seitens der professionellen Akteure. Ein verbessertes Verständnis der Rolle dieser professionellen Praktiken und der mit ihnen verbundenen Institutionalisierungsprozesse für eine nachhaltigkeitsorientierte Verkehrswende bildet den Fokus der vorliegenden Arbeit.

Wie weiter oben dargestellt, sind die Handlungsmuster und Handlungsvoraussetzungen professioneller Akteure im Mobilitätssystem bisher im Vergleich zu beispielsweise neuen Mobilitätstechnologien oder Nutzungsmustern und Veränderungspotentialen von Mobilitätsverhalten wissenschaftlich bisher eher unterbelichtet, gerade in Relation zu den Anforderungen einer nachhaltigkeitsorientierten Transformation. Ältere Untersuchungen (z. B. Monheim & Schroll, 2004; Tennøy, 2010) liefern wichtige Ansatzpunkte, ihnen fehlt jedoch der Bezug zum heutigen Stand der technologischen Entwicklungen und der Verkehrswendebatte. Wertvoll ist deswegen ein Blick auch auf benachbarte Themenfelder, für welche die Ebene der dort jeweils wichtigen professionellen Akteure explizit betrachtet und exemplarische und für die hier diskutierte Problemstellung instruktive Herausforderungen aufgezeigt wurden. Die Relevanz von Prozessen insbesondere in der öffentlichen Verwaltung belegen beispielsweise Olsen (2006) oder van Dorp (2018). Während Brown et al. (2013) und Pettersen et al. (2017) sich mit den Themen Hochwasserschutz bzw. Gebäudeenergiemanagement professionellen Praktiken benachbarter Transformationsprozesse widmen, befassen sich beispielsweise Jensen et al. (2017) am Beispiel der Radverkehrsplanung auch mit einem Thema aus dem Mobilitätssystem. Paulsson et al. (2017) analysieren aus einem ähnlichen Blickwinkel unterschiedliche Steuerungskulturen in der regionalen Verkehrsplanung. Tschoerner-Budde (2020) schließlich zeigt am Beispiel der kommunalen Radverkehrsförderung die Komplexität planerischen Handelns, in dem Veränderungen des Verwaltungshandelns nicht als rein verkehrsplanerische Entwicklungen, sondern als Teil einer gesamtgesellschaftlichen Entwicklung verstanden werden müssen.

Das Spannungsfeld zwischen technologischen Entwicklungen und Verkehrswendebatte besteht nicht isoliert von weiteren Herausforderungen. So kann auf der Ebene professioneller Praktiken eine für die Beteiligten aushandlungsbedürftige Konkurrenz unterschiedlicher normativ begründeter Zielsetzungen (und damit verkehrlicher bzw. verkehrspolitischer Prioritäten) hinzutreten, sowohl innerhalb komplexer Organisationen als auch zwischen den vielfältigen Akteuren im Mobilitätssystem mit ihren häufig überlappenden Kompetenzen und Handlungsräumen (z. B. auf unterschiedlichen Verwaltungsebenen, zwischen Verwaltung und ÖV-Unternehmen oder angesichts variierender Zuständigkeiten je nach verkehrlichen Einzelthemen). Zugleich steht auch die Ebene professioneller Praktiken als Ganzes in einem Wechselverhältnis insbesondere zu politischen Prozessen, gerade für gesellschaftlich strittige Themen (Baekgaard et al., 2015; Meadowcroft, 2011). Dort ließen sich ebenfalls bedeutsame Fragen untersuchen, etwa nach Akteursnetzwerken oder der Rolle von Machtverhältnissen. Für das Thema der vorliegenden Arbeit ist jedoch von Bedeutung, dass beim Blick auf Organisationen als größere Einheiten inkongruente Policies etc. auf programmatischer Ebene nicht notwendigerweise unmittelbare Auswirkungen auf das praktische Handeln haben. Solche

Inkongruenzen werden vielmehr gerade dann wirksam, wenn sie sich in professionellen Praktiken entlang konkreter Maßnahmen und Projekte äußern.

#### 4. Forschungsziele

Die zentralen Forschungsziele, die sich aus dem vorgestellten Analyserahmen ableiten und sich wie dieser schrittweise aus der explorativen Auseinandersetzung mit den Forschungsgegenständen herauskristallierten, sind (1) ein verbessertes Verständnis der Rolle professioneller Praktiken in Transformationsprozessen des sozio-technischen Mobilitätssystems und (2) Antworten darauf, wie und mit welchen Instrumenten professionelle Akteure sicherstellen können bzw. wie für sie sichergestellt werden kann, dass ihr Handeln tatsächlich zu normativ gewünschten Mobilitätsszukünften beiträgt.

Zur Annäherung an diese Ziele verfolgt die vorliegende Arbeit eine Reihe zentraler Fragestellungen:

- Entlang welcher Argumentationslinien artikulieren professionelle Akteure ihre Einstellungen zu Transformationsprozessen und insbesondere technologischen Innovationen im Mobilitätssystem? Wie gehen sie mit regulatorischen Rahmenbedingungen und mit der Relation derselben zu den verkehrspolitischen Ambitionen der Verkehrs- und Mobilitätswende um?
- Wie wird im Umgang mit inkongruenten Herausforderungen und den daraus resultierenden Zielkonflikten Zielorientierung sichergestellt und wie werden dabei ggf. unterschiedliche verkehrspolitische Prioritäten bzw. die zugrundeliegenden divergierenden normativen Positionen ausgehandelt?

Mit der Bearbeitung dieser Fragestellungen lassen sich Erkenntnisgewinne in mehreren Dimensionen anstreben. Die Befassung mit der oben identifizierten Auseinandersetzungslücke zwischen technologielastrischem Innovationsdiskurs und Verkehrswendedebatte zielt letztlich auf ein vertieftes Verständnis der Möglichkeitsbedingungen der beiden eng miteinander verwobenen Entwicklungen. Es besteht damit auch eine Verknüpfung zu den Voraussetzungen für deren gesellschaftliche Akzeptanz, hier in einem breiten Sinne als sozio-politische Akzeptanz verstanden (vgl. Fleischer et al., 2022; Upham et al., 2015). Die hier untersuchten Instrumente zum Umgang mit Zielkonflikten sind hierfür als Mittel einer proaktiven Gestaltung des Transformationsprozesses wichtige Bausteine. Die Institutionalisierung solcher Instrumente und entsprechender Prozesse sowie die Vernetzung der unterschiedlichen Diskurse sind hierbei wesentliche Herausforderungen (vgl. Hausknost & Haas, 2019; Pel et al., 2020; Silva et al., 2017). Mit der hier verfolgten Perspektive insbesondere auf Planungsprozesse und Routinen professioneller Akteure lässt sich außerdem auch Kutters (2020a, 2020b) Kritik an einem verselbstständigten Mobilitätsdiskurs entgegentreten, der vorhandene räumliche und infrastrukturelle Strukturen und planerische Rahmensetzungen zu sehr außer Betracht lasse. Dies erscheint besonders relevant vor dem Hintergrund des dichten institutionellen Gefüges auf Ebene des sozio-technischen Regimes im Mobilitätssystem und der damit verbundenen Relevanz endogener Faktoren von Transformationsprozessen (vgl. Runhaar et al., 2020).

Ein weiteres Potenzial der hier vorgelegten Arbeiten liegt darin, spezifische Lücken und Herausforderungen aufzuzeigen, welche Ansatzpunkte sein können für eine Berücksichtigung in zukünftigen verkehrspolitischen Programmen, Maßnahmen oder Instrumenten zur Umsetzung und Ausgestaltung der Verkehrs- und Mobilitätswende. Die Forschung dient damit nicht ausschließlich der Generierung von vertieftem Systemwissen zur Rolle professioneller Akteure als einem bisher weniger beleuchteten Teilbereich von Transformationsprozessen des Mobilitätssystems. Vielmehr stellt bereits dieser Fokus an sich – als Versuch, auf diesen Schwachpunkt stärker aufmerksam zu machen – einen kleinen Baustein Transformationswissen dar. Eine reine Beobachterrolle wird in dieser Art der wissenschaftlichen Auseinandersetzung bewusst verlassen: Die gesellschaftlich artikulierte Bedeutung einer normativen Orientierung auf eine nachhaltigkeitsorientierte Entwicklung des Mobilitätssystems fließt explizit als Grundannahme in den Forschungsprozess ein und bildet so einen zusätzlichen inhaltlichen Rahmen, welcher die Entwicklung der konkreten Fragestellungen und die detaillierte Abgrenzung der Forschungsgegenstände unterstützt.

## 5. Forschungsgegenstände und konkretisierte Fragestellungen

Die thematische Fallauswahl für die vorliegende Dissertation folgt einer iterativen Entwicklung im Laufe des Forschungsprozesses innerhalb mehrerer Projekte des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) über einen Zeitraum von mehreren Jahren. Resultat sind zwei spezifische Forschungsgegenstände, entlang derer sich die Relevanz der oben dargestellten Fragestellungen schrittweise herauskristallisieren konnte und nachzeichnen lässt: urbane Seilbahnen und automatisiertes Fahren im ÖV.<sup>3</sup>

### Urbane Seilbahnen

Der im Tourismus sowie im alpinen Bereich weitverbreiteten Technologie der Seilbahn werden spezifische Potentiale zugeschrieben, als inkrementelle Ergänzung und zusätzliches Verkehrsmittel den klassischen, liniengebundenen ÖV in urbanen Gebieten auszubauen. Zwar unterliegen die Einsatzmöglichkeiten systembedingt recht engen Grenzen, dennoch werden bereits hier entlang des Diffusionsprozesses bedeutende Herausforderungen innerhalb des ÖV-Regimes erkennbar. Die thematische Eignung für die hier untersuchten Fragestellungen ergibt sich direkt aus diesen Faktoren, indem anhand der ausgereiften Technologie für ein klar umrissenes Einsatzspektrum im ÖV typische planerische Hürden im Umgang mit einer technologischen Innovation spezifisch und detailliert untersucht werden können.

Eine erste explorative Auseinandersetzung erfolgte hierzu 2014 für das Schwerpunktheft „Verkehrszukünfte“ der *Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* entlang ausgewählter Fallbeispiele, um folgende Frage zu beantworten:

---

<sup>3</sup> Detaillierte Einführungen zu den beiden Forschungsgegenständen sind in den verschiedenen Vorveröffentlichungen zu finden, aus denen sich die Dissertation zusammensetzt (Überblick in Abschnitt 7).

- Welche wesentlichen Faktoren lassen sich identifizieren, die eine breitere Diffusion des Verkehrsmittels urbane Seilbahn bisher verhindert haben? In welchem Verhältnis stehen dabei die Eignung des Verkehrsmittels für den urbanen Raum und strukturelle Faktoren innerhalb des ÖV?

Als eine Art Vorstudie dienten die hierzu gewonnenen Ergebnisse der detaillierteren Formulierung von Fragestellungen im Rahmen der Konzeption des Forschungsprojekts „Hoch hinaus: Machbarkeit, Chancen und Hemmnisse urbaner Luftseilbahnen in Baden-Württemberg“, das in den Jahren 2016 bis 2018 durchgeführt wurde. In Form einer detaillierten sozio-technischen Analyse ging dieses Projekt den in jenem Zeitraum zu beobachtenden (Un-)Möglichkeitsbedingungen des Einsatzes urbaner Seilbahnen in Deutschland nach und setzte dabei auch einen besonderen Fokus auf die professionellen Akteure des ÖV-Regimes:

- Welche Faktoren haben die Diffusion urbaner Seilbahnen behindert bzw. befördert oder behindern bzw. befördern diese noch auf Ebene der technologischen Nische, des ÖV-Regimes oder im sozio-technischen Umfeld?
- Spezifisch mit Blick auf die technologische Nische:
  - Wird die Diffusion urbaner Seilbahnen durch eine schlechte Anpassung zu urbanen verkehrlichen Anforderungen im ÖV gehemmt? Welche Rolle spielen Schwierigkeiten bei der städtebaulichen Integration?
- Spezifisch mit Blick auf das ÖV-Regime und dessen professionelle Akteure:
  - Wie nehmen professionelle Akteure des ÖV die Potentiale urbaner Seilbahnen als neue Verkehrsmittelloption wahr?
  - In welchen Bereich kann eine mangelnde Passung zwischen möglichen urbanen Seilbahnprojekten und etablierten Routinen der Verkehrsplanung beobachtet werden und wie wirkt sich diese ggf. aus?

### **Automatisiertes Fahren im öffentlichen Verkehr**

Zum anderen geht es um die Technologie des *automatisierten Fahrens insbesondere im ÖV*: Auch hier sieht sich das ÖV-Regime vielfältigen Herausforderungen gegenüber, die unterstellten technologischen Potentiale innerhalb heutiger professioneller Praktiken aufzugreifen bzw. diese hierzu in geeigneter Weise weiterzuentwickeln. Bedingt durch das viel größere disruptive Potential sind hier die Unsicherheitsfaktoren möglicher Mobilitäts-zukünfte naturgemäß höher und grundsätzlicher. Entscheidend ist jedoch, dass mit diesen Unsicherheiten die Frage verbunden ist, wie die möglichen Transformationspfade normativ aus der Perspektive einer nachhaltigen Mobilität zu bewerten sind. Entsprechend führt dieser zweite Forschungsgegenstand unmittelbar zurück zu der Frage, in welcher Wechselwirkung auf technologische Innovationen bezogene professionelle Praktiken mit der nachhaltigkeitsorientierten Verkehrswendebatte stehen. Die Fokussierung auf den Einsatz der Technologie des automatisierten Fahrens gerade im ÖV folgt dabei genau dieser Fragestellung, weil die aus Verkehrswendesicht unterstellten positiven Potentiale der Technologie gerade aus deren avisiertem Einsatz in öffentlichen bzw. geteilten Verkehrsangeboten resultieren.

Das automatisierte Fahren im ÖV wurde im Rahmen des ITAS-Teilprojektes „Möglichkeitenbedingungen und Folgen des automatisierten Fahrens“ des „Tech Center a-drive“ (2016–2021) in der zweiten Projekthälfte explorativ betrachtet:

- Welcher Möglichkeitsraum denkbarer Mobilitätszukünfte wird durch die an das automatisierte Fahren gerichteten Erwartungen aufgespannt, welche Wirkungsdimensionen und Akteursgruppen sind betroffen und welches Verhältnis besteht zu den Anforderungen einer nachhaltigen Mobilität?
- Welchen Beitrag könnte die Forschung in nachhaltigkeitsorientierten Reallaboren liefern, um die Entwicklung des automatisierten Fahrens mit den Anforderungen einer klima- und stadtgerechten Verkehrs- und Mobilitätswende zusammenzuführen, insbesondere mit Blick auf die spezifischen Herausforderungen des automatisierten Fahrens im ÖV und für dessen professionellen Akteure?

### **Übergreifende Fragestellungen**

Die Zusammenführung der beiden dargestellten exemplarischen Forschungsgegenstände erlaubt ein umfassendes Bild der Herausforderungen professioneller Akteure des ÖV im Spannungsfeld zwischen Innovation und Mobilitätswende. Dazu gehören folgende Fragen:

- Welche strukturellen Herausforderungen lassen sich für professionelle Akteure des ÖV im Spannungsfeld zwischen technologischen Entwicklungen und den an die Branche gerichteten Anforderungen einer Verkehrs- und Mobilitätswende identifizieren, insbesondere vor dem Hintergrund des bestehenden Regulierungsrahmens und planerischer Routinen?
- Wie unterscheiden sich die identifizierten Herausforderungen zwischen der inkrementellen ÖV-Ergänzung urbane Seilbahn und der potentiell disruptiven Technologie des automatisierten Fahrens?
- Welcher Handlungsrahmen ist erforderlich, um Diffusionsprozesse technologischer Innovationen im Mobilitätssystem besser in Einklang zu bringen mit den Zielsetzungen einer nachhaltigen Mobilität?

## **6. Methodische Umsetzung**

Die Bearbeitung der im vorhergehenden Abschnitt dargestellten Forschungsfragen und die Auswahl der jeweils geeigneten Methoden erfolgte insbesondere im Rahmen der genannten Projekte „Hoch hinaus“ (urbane Seilbahnen) und „Tech Center a-drive“ (automatisiertes Fahren im ÖV). Nachfolgend wird ein kurzer Überblick gegeben, für detaillierte Erläuterungen wird auf die jeweiligen Abschnitte der Vorveröffentlichungen verwiesen.

### **Urbane Seilbahnen**

Für die erste Annäherung an das Themenfeld der urbanen Seilbahnen erfolgte zunächst eine Literaturrecherche zu den technologischen Möglichkeiten und Rahmenbedingungen urbaner Seilbahnen. Im Anschluss wurden die Fallbeispiele Trier und Koblenz untersucht. Für den Fall Trier lagen bereits mehrere Gutachten für ein zum damaligen Zeitpunkt nicht

mehr weiterverfolgtes urbanes Seilbahnprojekt vor. In Koblenz verkehrte im Zusammenhang mit der Bundesgartenschau 2011 seit 2010 eine Seilbahn innerstädtisch über den Rhein. Die Grundlage für die Analyse der beiden Fallbeispiele bildeten Onlineartikel der lokalen Medien sowie online verfügbare Unterlagen aus den Sitzungen der zuständigen politischen Gremien (vgl. Puhe & Reichenbach, 2014, Kapitel II).

Für die detaillierte sozio-technische Analyse im Rahmen des Projekts „Hoch hinaus“ wurden zunächst zwei Serien semi-strukturierter qualitativer Interviews durchgeführt. Die erste Serie umfasste Gespräche mit mehreren Experten aus der allgemeinen Verkehrsplanung, aus der spezifischen Seilbahnplanung und von führenden Seilbahnherstellern. In einem offenen Gesprächsrahmen (vgl. Flick, 2005; Pfadenhauer, 2009) konnten deren Erfahrungen aus zahlreichen Projektideen und urbanen Seilbahnplanungen thematisiert werden, von technischen Herausforderungen bis zu planerischen und politischen Rahmenbedingungen. Auch die Frage nach einer möglichen Wahrnehmung von Veränderungen im allgemeinen Diskurs zu urbanen Seilbahnen im Zeitverlauf wurde angesprochen. Für die zweite Interviewserie wurden nach einem breiten Screening urbaner Seilbahnprojekte in Deutschland drei Städte für eine detailliertere Analyse ausgewählt: Koblenz mit der damals einzigen modernen Seilbahn im urbanen Umfeld in Deutschland, Wuppertal mit einer zum damaligen Zeitpunkt geplanten urbanen Seilbahn und Köln mit einer bereits seit einigen Jahren verworfenen Projektidee. Angepasst auf den jeweiligen Fall wurden in jeder Stadt mehrere Gespräche geführt, um die jeweiligen Projektplanungen und Entscheidungsprozesse nachzuzeichnen. Die stärker strukturierten Interviews widmeten sich besonders dem Pro und Contra der jeweiligen Projekte, Rollenverteilungen und möglichen während der Projekte veränderten Bewertungen des Verkehrsmittels urbane Seilbahn. Am Ende der Gespräche wurde ein reflexives Element eingesetzt, um je Interview die wichtigsten Argumente und deren relative Bedeutung zu validieren (vgl. Nolte, 2011). Transkripte der Interviews beider Serien bildeten jeweils die Grundlage für die weitere Auswertung. Für die drei Städte der zweiten Interviewserie ergänzte eine Recherche zur medialen Berichterstattung sowie zu Projektinformationen aus politischen Gremien die Datenbasis (vgl. Reichenbach & Puhe, 2018, Kapitel III).

Zur weiteren Vertiefung und zur Bearbeitung von Fragestellungen, die sich durch das rückblickende Nachzeichnen von Projekten nicht bearbeiten lassen, wurden in der zweiten Projektphase drei Expertenworkshops durchgeführt. Dafür wurden für vergleichbare planerische Rahmenbedingungen die drei baden-württembergischen Städte Stuttgart, Konstanz und Heidelberg ausgewählt, in denen jeweils verkehrliche Herausforderungen bestanden und ein ÖV-Ausbau grundsätzlich bereits diskutiert wurde. Durch die unterschiedlichen verkehrlichen Charakteristika dieser drei Städte konnte ein umfassendes Bild potentieller urbaner Seilbahnanwendungen und mit ihnen verbundener Herausforderungen erwartet werden, indem die Expertenworkshops jeweils hypothetische urbane Seilbahnprojekte zum Ausgangspunkt nahmen, welche durch die teilnehmenden professionellen Akteure aus Verwaltung, ÖV und verkehrsbezogenen Verbänden der jeweiligen Städte selbst zu Beginn skizziert wurden. Daran schloss sich eine semi-strukturierte Diskussion an, die sich mit verkehrlichen und weiterreichenden Auswirkungen, möglichen planerischen Herausforderungen und Problemen sowie Umsetzungsvoraussetzungen der hypothetischen Projekte auseinandersetzte. Die qualitative Auswertung der transkribierten Diskussionsverläufe strukturierte iterativ die genutzten

Argumente und eingenommene Positionen (vgl. Silverman, 2020), wobei besonderes Augenmerk auf Wechselwirkungen mit etablierten Planungsroutinen und somit mögliche strukturelle Hemmnisse für urbane Seilbahnen im sozio-technischen Regime gelegt wurde (vgl. Reichenbach & Puhe, 2022, Kapitel IV).

Alle hier relevanten Arbeitspakete des ITAS im Projekt „Hoch hinaus“ wurden durch den Autor gemeinsam mit Maike Puhe (ITAS) bearbeitet.

### **Automatisiertes Fahren im öffentlichen Verkehr**

Bedingt durch die noch großen Unsicherheiten in einem früheren Stadium der technologischen Entwicklung erfolgte die Bearbeitung des automatisierten Fahrens in einer stärker explorativen Weise (vgl. Reichenbach, 2021, Kapitel V). Dazu diente im ersten Schritt eine breite literaturgestützte Analyse der potentiellen Wirkungsdimensionen des automatisierten Fahrens, wozu zahlreiche allgemeine Studien zu Mobilitätszukünften mit einer Rolle des automatisierten Fahrens sowie Studien zu Einzelaspekten der Technologie herangezogen wurden. Der Aufbau des Literaturkorpus erfolgte dabei iterativ, bis in der parallel begonnenen Auswertung eine Sättigung der identifizierten Wirkungsdimensionen festgestellt werden konnte. Die Wirkungsdimensionen wurden daraufhin strukturiert und hinsichtlich der jeweils besonders betroffenen Akteursgruppen analysiert, wobei besonderes Augenmerk auf Betroffenheiten der professionellen Akteure des ÖV und Handlungsbedarfe bezüglich der Ausgestaltung möglicher Transformationspfade gelegt wurde.

Für eine detaillierte Betrachtung und Gegenüberstellung der Herausforderungen für professionelle Akteure im ÖV wurden dessen Strukturen und Verflechtungen von Akteuren exemplarisch anhand der Region Stuttgart untersucht. Durch ein bestehendes Reallabor in der Region sowie Testläufe mit innovativen Angebotsformen im ÖV konnten dort besonders wertvolle Einblicke in den Umgang mit technologischen Entwicklungsprozessen erwartet werden. Kartiert wurden deswegen für das Gebiet des regionalen Verkehrsverbundes unter anderem ÖV-Betreiber, Gebietskörperschaften, Aufgabenträger sowie wichtige mit der Branche verbundene Dienstleister, die beispielsweise für die Bereitstellung von Auskunftsmitteln und Buchungsmöglichkeiten benötigt werden, welche insbesondere für neuartige ÖV-Angebote wesentlich sind.

Schließlich wurde analysiert, in welchen Formen professionelle Akteure des ÖV sich in regionalen Projekten und Testläufen sowie auf der Ebene von Branchenverbänden bereits spezifisch mit dem automatisierten Fahren sowie mit benachbarten Themenfeldern auseinandersetzen, die insbesondere im Bereich multimodaler Angebote teilweise ähnliche Herausforderungen für die professionellen Akteure mit sich bringen. Hinzu traten Beobachtungen bei Tagungen und Branchenveranstaltungen, bei denen mögliche Herausforderungen durch das automatisierte Fahren thematisiert wurden.

Ursprünglich geplante Experteninterviews mit ausgewählten professionellen Akteuren, in denen das Spannungsfeld zwischen den technologischen Potentialen des automatisierten Fahrens und den Anforderungen der Mobilitätswende explizit thematisiert werden sollte, konnten unter den Bedingungen der Frühphase der COVID-19-Pandemie ab 2020 nicht mehr wie geplant durchgeführt werden. Dies war zunächst bedingt durch praktische und methodische Herausforderungen, beispielsweise wegen der Einschränkungen für subtile Wahrnehmungen in virtuell durchzuführenden Interviews. Darüber hinaus waren die

professionellen Akteure des ÖV jedoch gerade in der Frühphase der Pandemie ihrerseits extrem gefordert durch die massiven Nachfrageeinbrüche und Angebotseinschränkungen im ÖV und die damit verbundene teilweise Infragestellung bestehender strategischer Planungen. Eine sachgerechte und unbeeinflusste Auseinandersetzung mit den langfristigen Wechselwirkungen zwischen neuen Technologien und Mobilitätswende im Rahmen der Experteninterviews konnte dadurch nicht mehr gewährleistet werden. Jüngste Entwicklungen wie insbesondere im Kontext des sogenannten „9-Euro-Tickets“ (2022) sowie des „Deutschlandtickets“ (seit 2023), die aufgrund ihrer diskursiven Kopplung an die Zielsetzungen der Mobilitätswende und der nun wieder stark forcierten Thematisierung von Ausbaubedarfen im ÖV eine wertvolle Gegenüberstellung mit technologischen Potentialen auch durch Automatisierung hätten liefern können, konnten schließlich aus zeitlichen Gründen nicht mehr berücksichtigt werden.

### **Übergreifende Fragestellungen**

Die in Abschnitt 5 dargestellten übergreifenden Fragestellungen wurden auf Grundlage der Summe des gewonnenen Materials zu urbanen Seilbahnen und zum automatisierten Fahren im ÖV bearbeitet.

## **7. Ergebnisüberblick: Beiträge der Vorveröffentlichungen**

Die vorliegende Dissertation setzt sich in ihren folgenden Kapiteln aus einer Serie von Vorveröffentlichungen zusammen, die während der Forschung zu den vorgestellten Themen über einen Zeitraum von mehreren Jahren hinweg entstanden (vgl. Abschnitt 5). Die Vorveröffentlichungen wurden für die Zusammenstellung in der Dissertation jeweils in ihrer finalen Version (bei Zeitschriftenartikeln: author's accepted manuscript) verwendet und für ein einheitliches Layout angepasst. Darüberhinausgehende Abweichungen von den Erstveröffentlichungen betreffen die durchgängige Vereinheitlichung des Zitationsstils, die Anpassung von Tabellen- und Abbildungsnummerierungen, um eine eindeutige Zuordnung sicherzustellen, sowie die redaktionelle Korrektur einzelner Rechtschreib- und Grammatikfehler. Zusätzlich zu den kapitelweisen Literaturverzeichnissen findet sich am Ende der Arbeit ein Gesamtverzeichnis der verwendeten Literatur. Nachfolgend sind die inhaltlichen Beiträge der einzelnen Vorveröffentlichungen kurz erläutert und in den Gesamtzusammenhang der Dissertation eingeordnet.

Nach dem Ergebnisüberblick folgen unmittelbar die vollständigen Vorveröffentlichungen in den Kapiteln II bis VI. Eine übergreifende Diskussion und ein gemeinsames Fazit bilden den Abschluss in Kapitel VII.

### **Urbane Seilbahnen**

Urbane Seilbahnen nutzen ein Instrumentarium technologisch etablierter Lösungen, die im öffentlichen Verkehr im urbanen Umfeld jedoch ein zusätzliches Anwendungsfeld finden. Bedingt durch die technologischen Möglichkeiten und die Charakteristika im Vergleich zu anderen öffentlichen Verkehrsmitteln sind die Einsatzbereiche urbaner Seilbahnen zwar grundsätzlich begrenzt, jedoch umfassen sie spezifische Fälle, in denen konventionelle

Verkehrsmittel ihrerseits an Grenzen stoßen, insbesondere im Überwinden topographischer und infrastruktureller Barrieren. Vor dem Hintergrund eines dicht regulierten und durch tief ausgearbeitete Planungsroutinen geprägten öffentlichen Verkehrs in Deutschland zeigen sich über den Diffusionsprozess der neuen Lösung hinweg jedoch vielfältige weitere Herausforderungen. Dazu zählt nach den Erfahrungen von Verkehrsplanern und Seilbahnexperten unter anderem, dass vielen bisherigen Ideen für urbane Seilbahnprojekte zumindest anfangs eine klare Vorstellung davon fehlte, wie und mit welcher Funktion sich die Seilbahn in das weitere Nahverkehrssystem einfügen sollte. So verkehrt zwar u. a. in Koblenz eine Seilbahn im urbanen Umfeld, jedoch wurde diese im Kontext einer Bundesgartenschau geplant und errichtet und lässt sich nachträglich nicht ohne Weiteres in den lokalen ÖV integrieren. Herausforderungen bestehen auch in der städtebaulichen Integration, insbesondere durch Konflikte mit denkmalgeschützten Gebäuden und Ensembles, wie Erfahrungen aus mehreren letztlich nicht umgesetzten urbanen Seilbahnprojekten zeigen. Hinzu kommen die über urbane Seilbahnprojekte hinaus vermehrt bestehenden Schwierigkeiten, größere Infrastrukturprojekte unter der Berücksichtigung der Widerstände einzelner negativ betroffener Gruppen umzusetzen.

Zentral und strukturell herausfordernd erscheinen jedoch die Planungsabläufe innerhalb des sozio-technischen Regimes selbst: Es fehlen nicht nur für individuelle Akteure bisher Erfahrungswerte im nötigen Umfang, um die Potentiale urbaner Seilbahnen konkret einschätzen und bewerten zu können, was naturgemäß nur durch einen schrittweisen Erfahrungsaufbau gelöst werden kann. Viel schwerwiegender sind Einschränkungen der gängigen Planungswerkzeuge des ÖV an sich, die in ihrer grundsätzlichen Funktionsweise nicht auf die Planung neuartiger Lösungen ausgerichtet sind. Aufgrund der Prüfmechanismen insbesondere für die im öffentlichen Verkehr essentiellen öffentlichen Zuschüsse können sie aber auch nicht ohne Weiteres umgangen werden. Für die in den Expertenworkshops in drei exemplarischen Städten beteiligten professionellen Akteure ergibt sich daraus eine bedeutende Ambivalenz zwischen konkreten planerischen Herausforderungen und einer grundsätzlichen technologischen Offenheit, die aus dem großen Ausbaubedarf im ÖV erwächst, der sich wiederum auch aus den Zielsetzungen der Mobilitätswende ableitet. Dabei wird nun auch aus dem sozio-technischen Regime heraus nach zusätzlichen Möglichkeiten gesucht, teilweise werden Seilbahnen hierbei als mögliche Leuchtturmprojekte gesehen, die den Aufbruch in einen gestärkten öffentlichen Verkehr weithin sichtbar markieren könnten. Die dargestellten seilbahnspezifischen Lücken im bestehenden Planungsinstrumentarium wurden und werden deswegen Schritt für Schritt gezielt geschlossen, nachdem sie auch auf übergeordneter Regulierungsebene wahrgenommen und thematisiert wurden.

---

### ▷ In der Nische gefangen? (Kapitel II)

Puhe, M. & Reichenbach, M. (2014). In der Nische gefangen? Seilbahnen als Ergänzung des urbanen öffentlichen Verkehrs. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 23(1), 30–38. <https://doi.org/10.14512/tatup.23.1.30>

*Hinweis zur Autorenschaft:* Der Beitrag wurde von MP und MR gemeinsam konzipiert, Einführung und Analyse wurden gemeinsam bearbeitet. Die Recherche zu und die Beschreibung der Fallbeispiele waren zwischen MP (Trier) und MR (Koblenz) aufgeteilt. Anteil MR: ca. 50%.

---

▷ **Flying high in urban ropeways?** (Kapitel III)

Reichenbach, M. & Puhe, M. (2018). Flying high in urban ropeways? A socio-technical analysis of drivers and obstacles for urban ropeway systems in Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61(B), 339–355. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.019>

*Hinweis zur Autorenschaft:* MR war Lead Author des Beitrags. Die analytische Perspektive wurde durch MR mit Unterstützung durch MP entwickelt. Vorbereitung und Durchführung der Experteninterviews gemeinsam durch MR und MP, detaillierte Auswertung durch MR. Diskussion und Schlussfolgerungen durch MR mit Unterstützung durch MP. Anteil MR: ca. 75%.

---

▷ **Struggling with inertia** (Kapitel IV)

Reichenbach, M. & Puhe, M. (2022). Struggling with inertia: Regime barriers opposing planning and implementation of urban ropeways. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100023>

*Hinweis zur Autorenschaft:* MR war Lead Author des Beitrags. Die analytische Perspektive wurde durch MR mit Unterstützung durch MP entwickelt. Vorbereitung und Durchführung der Expertenworkshops gemeinsam durch MR und MP, detaillierte Auswertung durch MR. Diskussion und Schlussfolgerungen durch MR mit Unterstützung durch MP. Anteil MR: ca. 75%.

---

## **Automatisiertes Fahren im öffentlichen Verkehr**

Das automatisierte Fahren steht im Vergleich zu urbanen Seilbahnen noch viel stärker am Anfang seiner technologischen Entwicklung, allerdings reichen dafür seine möglichen Auswirkungen auf das Mobilitätssystem auch viel weiter. Das Spektrum vorstellbarer Mobilitätsszukünfte reicht hier von einem effizienten, nachhaltigen System reduzierten privaten Fahrzeugbesitzes mit automatisierten, öffentlich genutzten und geteilten Shuttles („heaven“) bis hin zu einem durch den Komfortgewinn wegen des Wegfalls der Fahraufgabe ermöglichten System, in dem der Individualverkehr noch stärker dominiert und der öffentliche Verkehr zurückgedrängt wird („hell“), mit allen damit verbundenen Implikationen hinsichtlich unerwünschter Nebenwirkungen im Mobilitätssystem.

Ein wichtiger Teilbereich der technologischen Weiterentwicklung des automatisierten Fahrens betrifft aktuell die Erprobung in praxisnahen Testfeldern. Soll eine nachhaltigkeitsorientierte Aufnahme der Technologie in das sozio-technische System Mobilität unterstützt werden, müssen diese Testfelder, in denen bisher zumeist die technische Realisierung der Fahrzeuge im Vordergrund steht, jedoch stärker als bisher in einen Zusammenhang mit der parallel laufenden Debatte um die Verkehrs- und Mobilitätswende gebracht werden. Gerade in einem flexibleren, effizienteren öffentlichen Verkehr liegt hier großes Potential, dessen praktische Ausgestaltung ebenso wie seine Rahmenbedingungen und regulatorische Anforderungen jedoch gesellschaftlichen Austausch und praktisches Experimentieren erfordern. Hier wird wiederum unmittelbar die Relevanz professioneller Akteure deutlich, die für die zukünftige Ausgestaltung des ÖV wichtige technologische Auswahlentscheidungen treffen. Eine weiter reichende Erprobung in Reallaboren, die sich oft bereits heute unabhängig von konkreten Technologien Fragen der nachhaltigen Mobilität widmen, bietet hier konkrete Möglichkeiten, die bisher in der Technologieentwicklung bearbeiteten Fragestellungen zum automatisierten Fahren transdisziplinär und nachhaltigkeitsorientiert zu ergänzen.

Diese inhaltliche Perspektive bewegt sich an der diffusen Grenze zwischen der originär wissenschaftlichen Analyse von Transformationsprozessen im Mobilitätssystem und der damit verbundenen Politikberatung für den politischen Prozess der Entscheidungsfindung über die Auswahl geeigneter Instrumente zur Gestaltung von technologischem Wandel und Mobilitätswende. Als Angebot auch an die außerwissenschaftliche Öffentlichkeit wählt die vorgelegte Veröffentlichung deswegen bewusst das Format eines Diskussionspapiers, das zusätzliche Freiheitsgrade in der Darstellung der identifizierten Potentiale bereitstellt und zugleich gerade durch den Verzicht auf weitergehende Empfehlungen auf den noch fort-dauernden wissenschaftlichen und öffentlichen Diskurs hinweist.

---

### ▷ **Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr** (Kapitel V)

Reichenbach, M. (2021). *Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr: Diskussionspapier* (KIT Scientific Working Papers Nr. 164).  
<https://doi.org/10.5445/IR/1000132693>

*Hinweis zur Autorenschaft:* Das Diskussionspapier wurde im Rahmen des ITAS-Teilprojekts von MR eigenständig bearbeitet.

---

## **Übergreifende Fragestellungen**

Stellt man die beiden dargestellten Themenstränge nebeneinander, wird die strukturelle Bedeutung von Institutionalisierungsprozessen im sozio-technischen Regime nochmals deutlicher, gerade angesichts der mit den laufenden Transformationsprozessen inhärent verbundenen Unsicherheiten. Beide untersuchten technologischen Entwicklungen reichen sehr unterschiedlich weit hinsichtlich ihrer möglichen Auswirkungen im Mobilitätssystem, von einer inkrementellen Ergänzung des Repertoires im ÖV (durch urbane Seilbahnen) bis zu disruptiven Potentialen über verschiedene Aspekte des Mobilitätssystems hinweg (durch das automatisierte Fahren). Auch die in den beiden Bereichen identifizierten spezifischen Herausforderungen für professionelle Akteure im ÖV und der jeweilige Bedarf für die Weiterentwicklung insbesondere etablierter Routinen der Verkehrsplanung bilden dieses Spektrum ab, von mangelnden spezifischen Erfahrungsschätzen bis hin zu einem möglichen Geltungsverlust der Grundannahmen heutiger planerischer Instrumente. Vor dem Hintergrund der Anforderungen einer nachhaltigkeitsorientierten Mobilitätswende wird dabei vor allem eines deutlich: Um die jeweiligen technologischen Potentiale tatsächlich zielorientiert als Beitrag zu einem nachhaltigeren Mobilitätssystem nutzen zu können, müssen technologische Entwicklung, professionelle Praktiken und die mit ihnen jeweils verbundenen Institutionalisierungsprozesse optimal ineinandergreifen.

Im Spannungsfeld zwischen Innovation und Mobilitätswende entsteht somit ein komplexer Steuerungsbedarf, der gezielte Weichenstellungen und Rahmensetzungen über das Mobilitätssystem hinweg erfordert, anstatt nur technologische Entwicklung zu ermöglichen. Gerade für die aus wissenschaftlicher Sicht gebotene und gemäß politischen Agenden angestrebte Stärkung des öffentlichen Verkehrs sollten deswegen neben Technologien und erwarteten Nutzungsmustern auch professionelle Akteure und gezielt voranzutreibende, normativ geleitete Institutionalisierung als Bestandteil der erwarteten sozio-technischen Transformationsprozesse stärker in den Fokus rücken. Letzteres wird in der vorgelegten Veröffentlichung unter der Strategie eines ‚directional desision-making‘ gefasst.

---

▷ **From ambition to implementation** (Kapitel VI)

Reichenbach, M. & Fleischer, T. (2023). From ambition to implementation: institutionalisation as a key challenge for a sustainable mobility transition in Germany. *Energy, Sustainability and Society*, 13(14). <https://doi.org/10.1186/s13705-023-00392-6>

Hinweis zur Autorenschaft: MR war Lead Author des Beitrags. Die analytische Perspektive wurde durch MR und TF gemeinsam entwickelt. Abschnitte 2.2 und 3.1 zu urbanen Seilbahnen durch MR, Abschnitte 2.3 und 3.3 zum automatisierten Fahren gemeinsam durch TF und MR. Diskussion und Schlussfolgerungen durch MR mit Unterstützung durch TF. Anteil MR: ca. 75%.

---

Mit dem Zusammenführen der Themenstränge bildet die jüngste der vorgelegten Veröffentlichungen den zentralen inhaltlichen Ankerpunkt der Dissertation und bietet so unmittelbar Anschluss an die abschließende Diskussion im letzten Kapitel der Arbeit.

## Literaturverzeichnis

- Audouin, M. & Finger, M. (2018). The development of Mobility-as-a-Service in the Helsinki metropolitan area: A multi-level governance analysis. *Research in Transportation Business & Management*, 27, 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.09.001>
- Baekgaard, M., Blom-Hansen, J. & Serritzlew, S. (2015). When Politics Matters: The Impact of Politicians' and Bureaucrats' Preferences on Salient and Nonsalient Policy Areas. *Governance*, 28(4), 459–474. <https://doi.org/10.1111/gove.12104>
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Bauer, U., Bracher, T. & Gies, J. (2020). *Ein anderer Stadtverkehr ist möglich*. Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu). <https://difu.de/publikationen/2020/ein-anderer-stadtverkehr-ist-moeglich>
- Bauernschuster, S. & Traxler, C. (2021). Tempolimit 130 auf Autobahnen: Eine evidenzbasierte Diskussion der Auswirkungen. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 22(2), 86–102. <https://doi.org/10.1515/pwp-2021-0023>
- Becker, U. J. & Schwedes, O. (2020). *Zur Reformbedürftigkeit der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Plädoyer für ein repräsentatives Verfahren bei der Festlegung von Richtlinien im Straßenverkehr* (IVP-Discussion Paper 2020 (3)). Berlin. TU Berlin, Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung. [https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion\\_Paper/DP16\\_BeckerSchwedes.pdf](https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP16_BeckerSchwedes.pdf)
- Blanck, R., Hacker, F., Heyen, D. A., Zimmer, W., Deffner, J., Götz, K., Sunderer, G., Stieler, S., Cacilo, A. & Ernst, T. (2017). *Mobiles Baden-Württemberg – Wege der Transformation zu einer nachhaltigen Mobilität: Abschlussbericht der Studie* (Schriftenreihe der Baden-Württemberg Stiftung Bildung Nr. 87). Stuttgart. <https://www.bwstiftung.de/bildung/programme/bildung-fuer-nachhaltige-entwicklung-buergerbildung/studie-mobiles-baden-wuerttemberg/>
- Bongardt, D., Stiller, L., Swart, A. & Wagner, A. (2019). *Sustainable Urban Transport: Avoid-Shift-Improve (A-S-I)*. Eschborn. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). <https://www.sutp.org/download/7010/>
- Brand, C., Anable, J., Ketsopoulou, I. & Watson, J. (2020). Road to zero or road to nowhere? Disrupting transport and energy in a zero carbon world. *Energy Policy*, 139, 111334. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111334>
- Brown, R. R., Farrelly, M. A. & Loorbach, D. A. (2013). Actors working the institutions in sustainability transitions: The case of Melbourne's stormwater management. *Global Environmental Change*, 23(4), 701–718. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.02.013>

## I. Professionelle Akteure im Fokus

- Bündnis 90/Die Grünen Baden-Württemberg & CDU Baden-Württemberg. (2021). *Jetzt für morgen - Der Erneuerungsvertrag für Baden-Württemberg: Koalitionsvertrag 2021-2026*.  
<https://www.baden-wuerttemberg.de/de/regierung/koalitionsvertrag-fuer-baden-wuerttemberg/>
- Busch-Geertsema, A., Klinger, T. & Lanzendorf, M. (2015). Wo bleibt eigentlich die Mobilitätspolitik? Eine kritische Auseinandersetzung mit Defiziten und Chancen der deutschen Politik und Forschung zu Verkehr und Mobilität. *Informationen zur Raumentwicklung*(2), 135–148.  
<http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/IzR/2015/2/Inhalt/inhalt.html?nn=422250>
- BVerfG. (2021, 24. März). *BVerfG, Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021 - 1 BvR 2656/18, 1 BvR 96/20, 1 BvR 78/20, 1 BvR 288/20 - Klimaschutz - Rn. 1 - 270*. BVerfG.  
[https://www.bverfg.de/e/rs20210324\\_1bvr265618.html](https://www.bverfg.de/e/rs20210324_1bvr265618.html)
- Canzler, W. & Knie, A. (2018). *Die Zukunft urbaner Mobilität – Ansätze für eine ökologische Verkehrswende im digitalen Zeitalter* (böll.brief Grüne Ordnungspolitik Nr. 6). Berlin. Heinrich Böll Stiftung. <https://www.boell.de/de/2018/04/16/die-zukunft-urbaner-mobilitaet-boellbrief-gruene-ordnungspolitik-6>
- Chase, R. (3. April 2014). Will a World of Driverless Cars Be Heaven or Hell? *The Atlantic Citylab*.  
<http://www.citylab.com/commute/2014/04/will-world-driverless-cars-be-heaven-or-hell/8784/>
- Creger, H., Espino, J. & Sanchez, A. S. (2019). *Autonomous vehicle heaven or hell? Creating a transportation revolution that benefits all*. Greenlining Institute. [https://greenlining.org/wp-content/uploads/2019/01/R4\\_AutonomousVehiclesReportSingle\\_2019\\_2.pdf](https://greenlining.org/wp-content/uploads/2019/01/R4_AutonomousVehiclesReportSingle_2019_2.pdf)
- Deutscher Bundestag. (1994). *Mobilität und Klima – Wege zu einer klimaverträglichen Verkehrspolitik: Zweiter Bericht der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“* (Drucksache 12/8300). <https://dserver.bundestag.de/btd/12/083/1208300.pdf>
- Dziekan, K. & Zistel, M. (2018). Öffentlicher Verkehr. In O. Schwedes (Hrsg.), *Verkehrspolitik: Eine interdisziplinäre Einführung* (S. 347–372). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- European Commission. (2020, 9. Dezember). *Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions* (COM(2020) 789 final). Brussels.  
<https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/legislation/com20200789.pdf>
- Fazlic, N. (2019). *Deutsche Regelwerke und die Verkehrswende: Teil der Lösung oder Teil des Problems? Die Grundlagen der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen im Vergleich mit der Radverkehrsgestaltung in Norwegen* (IVP-Discussion Paper 2019 (1)). Berlin. TU Berlin, Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung. [https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion\\_Paper/DP13\\_Deutsche\\_Regelwerke\\_und\\_die\\_Verkehrswende.pdf](https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP13_Deutsche_Regelwerke_und_die_Verkehrswende.pdf)
- Fleischer, T., Puhe, M. & Schippl, J. (2022). Autonomes Fahren und soziale Akzeptanz: konzeptionelle Überlegungen und empirische Einsichten. *Journal für Mobilität und Verkehr*(12), 9–23. <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000143678>
- Flick, U. (2005). *Qualitative Sozialforschung: Eine Einführung* (3 Aufl.). Rowohlt Taschenbuch.
- Fraedrich, E., Beiker, S. A. & Lenz, B. (2015). Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility. *European Journal of Futures Research*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s40309-015-0067-8>
- Fünfschilling, L. & Truffer, B. (2014). The structuration of socio-technical regimes—Conceptual foundations from institutional theory. *Research Policy*, 43(4), 772–791.  
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.010>
- Füsser, K. (2018). Mobilität als soziales System. *Internationales Verkehrswesen*, 70(1), 55–58.
- Geels, F. W. (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions: Introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography*, 24, 471–482.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>

- Geels, F. W. (2014). Regime Resistance against Low-Carbon Transitions: Introducing Politics and Power into the Multi-Level Perspective. *Theory, Culture & Society*, 31(5), 21–40. <https://doi.org/10.1177/0263276414531627>
- Gertz, C., Flämig, H., Gaffron, P. & Polzin, G. (2018). Stadtverkehr. In O. Schwedes (Hrsg.), *Verkehrspolitik: Eine interdisziplinäre Einführung* (S. 293–322). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Götz, K. (2011). Nachhaltige Mobilität. In M. Groß (Hrsg.), *Handbuch Umweltsoziologie* (S. 325–347). VS Verlag für Sozialwissenschaften. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-93097-8\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-531-93097-8_16)
- Goyal, N. & Howlett, M. (2018). Technology and Instrument Constituencies as Agents of Innovation: Sustainability Transitions and the Governance of Urban Transport. *Energies*, 11(5), 1198. <https://doi.org/10.3390/en11051198>
- Grunwald, A. (2004). Strategic knowledge for sustainable development: the need for reflexivity and learning at the interface between science and society. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 1(1/2), Artikel 4619, 150. <https://doi.org/10.1504/IJFIP.2004.004619>
- Grunwald, A. (2007). Working Towards Sustainable Development in the Face of Uncertainty and Incomplete Knowledge. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 9(3-4), 245–262. <https://doi.org/10.1080/15239080701622774>
- Haefeli, U. (2008). *Verkehrspolitik und urbane Mobilität: Deutsche und Schweizer Städte im Vergleich 1950-1990. Beiträge zur Stadtgeschichte und Urbanisierungsforschung: Bd. 8*. Steiner.
- Hausknost, D. & Haas, W. (2019). The Politics of Selection: Towards a Transformative Model of Environmental Innovation. *Sustainability*, 11(2), 506. <https://doi.org/10.3390/su11020506>
- Heinrichs, E., Klein, T., Blohm, J. & Eggert, S. (2023). *Umweltwirkungen einer innerörtlichen Regelgeschwindigkeit von 30 km/h* (Texte 50/2023). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltwirkungen-einer-innereortlichen>
- Henzlik, M., Lange, M., Hölting, P., Lambrecht, M., Frey, K., Schmied, M., Dziekan, K. & Dross, M. (2023). *Klimaschutzinstrumente im Verkehr: Bausteine für einen klimagerechten Verkehr*. Umweltbundesamt. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/dokumente/2023-03\\_kliv\\_uebersicht\\_bausteine\\_klimavertraeglicher\\_verkehr.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/dokumente/2023-03_kliv_uebersicht_bausteine_klimavertraeglicher_verkehr.pdf)
- Hesse, M. & Lucas, R. (1991). *Verkehrswende: Ökologische und soziale Orientierungen für die Verkehrswirtschaft* (Schriftenreihe des IÖW 39/90). [https://www.ioew.de/uploads/tx\\_ukioewdb/IOEW\\_SR\\_039\\_Verkehrswende.pdf](https://www.ioew.de/uploads/tx_ukioewdb/IOEW_SR_039_Verkehrswende.pdf)
- Hochfeld, C., Jung, A., Hitpaß-Klein, A., Maier, U., Meyer, K. & Vorholz, F. (2017). *Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern: 12 Thesen zur Verkehrswende*. Berlin. <https://www.agora-verkehrswende.de/12-thesen/>
- Holden, E., Banister, D., Gössling, S., Gilpin, G. & Linnerud, K. (2020). Grand Narratives for sustainable mobility: A conceptual review. *Energy Research & Social Science*, 65, 101454. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101454>
- Holden, E., Gilpin, G. & Banister, D. (2019). Sustainable Mobility at Thirty. *Sustainability*, 11(7), 1965. <https://doi.org/10.3390/su11071965>
- Holz-Rau, C., Krummheuer, F. & Günthner, S. (2009). Der Nahverkehrsplan als Instrument der kommunalen ÖPNV-Planung. In T. Bracher, K. Dziekan, J. Gies, H. Holzapfel, F. Huber, F. Kiepe, U. Reutter, K. Saary & O. Schwedes (Hrsg.), *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung: Strategien, Konzepte, Maßnahmen für eine integrierte und nachhaltige Mobilität* (53. Ergänzungs-Lieferung, Kapitel 3.2.7.3). Wichmann-Fachmedien.
- Jensen, J. S., Cashmore, M. & Elle, M. (2017). Reinventing the bicycle: how calculative practices shape urban environmental governance. *Environmental Politics*, 26(3), 459–479. <https://doi.org/10.1080/09644016.2017.1311089>
- Kemming, H., Stiewe, M., Bohnet, M., Frehn, M., Holz-Rau, C. & Jansen, U. (2010). *Nachhaltige Verkehrspolitik – Akteure und Prozesse: Ein Leitfaden* (ILS Forschung Forschung 3/10). [https://www.ils-forschung.de/files/publikationen/pdfs/Nachhaltige\\_Verkehrspolitik\\_Akteure\\_Prozesse.pdf](https://www.ils-forschung.de/files/publikationen/pdfs/Nachhaltige_Verkehrspolitik_Akteure_Prozesse.pdf)

## I. Professionelle Akteure im Fokus

- Kester, J., Sovacool, B. K., Noel, L. & Zarazua de Rubens, G. (2020). Between hope, hype, and hell: Electric mobility and the interplay of fear and desire in sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, 88–102. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.02.004>
- Klenke, D. (2007). Verkehrspolitik. In O. Schöller, W. Canzler & A. Knie (Hrsg.), *Handbuch Verkehrspolitik* (S. 99–122). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Köhler, U. (2014). *Einführung in die Verkehrsplanung: Grundlagen, Modellbildung, Verkehrsprognose, Verkehrsnetze*. Fraunhofer IRB Verlag.
- Kutter, E. (2020a). Stadt und Verkehr 2020 – Reicht eine neue Mobilitätskultur für die Rettung der Stadt? Teil 1. *Verkehr und Technik*(05/20), 151–155.
- Kutter, E. (2020b). Stadt und Verkehr 2020 – Reicht eine neue Mobilitätskultur für die Rettung der Stadt? Teil 2. *Verkehr und Technik*(06/20), 195–200.
- Lange, M. (2020). *Klimaschutz durch Tempolimit: Wirkung eines generellen Tempolimits auf Bundesautobahnen auf die Treibhausgasemissionen* (Texte 38/2020). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-durch-tempolimit>
- Manderscheid, K. (2020). Antriebs-, Verkehrs- oder Mobilitätswende? Zur Elektrifizierung des Automobilitätsdispositivs. In A. Brunnengräber & T. Haas (Hrsg.), *Baustelle Elektromobilität: Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität* (S. 37–67). transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839451656-003>
- Marsden, G., Anable, J., Lokesh, K., Walker, R., McCulloch, S. & Jenkinson, K. (2020). *Decarbonising Transport: Getting Carbon Ambition Right* (Decarbonising Transport Series Nr. 1). London. Local Government Association. [https://www.local.gov.uk/sites/default/files/documents/5.89%20carbon%20ambition\\_3.pdf](https://www.local.gov.uk/sites/default/files/documents/5.89%20carbon%20ambition_3.pdf)
- May, A., Boehler-Baedeker, S., Delgado, L., Durlin, T., Enache, M. & van der Pas, J.-W. (2017). Appropriate national policy frameworks for sustainable urban mobility plans. *European Transport Research Review*, 9(1). <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0224-1>
- Meadowcroft, J. (2011). Engaging with the politics of sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.003>
- Monheim, H. & Schroll, K.-G. (Hrsg.). (2004). *Akzeptanz innovativer ÖPNV-Konzepte bei professionellen Akteuren*. Universität Trier.
- Nolte, H. (2011). Simplified Structure Laying Technique: A Motivating Interview Technique. *SSRN Electronic Journal*. <https://ssrn.com/abstract=1940402>
- Oetterli, J., Perret, F.-L. & Walter, F. (2001). *Bausteine für eine nachhaltige Mobilität. Gesamtsynthese des NFP 41 «Verkehr und Umwelt» aus Sicht der Verkehrspolitik, der Wissenschaft und der Umsetzung*. Bern. [http://www.snf.ch/SiteCollectionDocuments/nfp/nfp41/nfp41\\_synthese8.pdf](http://www.snf.ch/SiteCollectionDocuments/nfp/nfp41/nfp41_synthese8.pdf)
- Olsen, J. P. (2006). Maybe It Is Time to Rediscover Bureaucracy. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 16(1), 1–24. <https://doi.org/10.1093/jopart/mui027>
- Owens, S. (1995). From 'predict and provide' to 'predict and prevent'? pricing and planning in transport policy. *Transport Policy*, 2(1), 43–49. [https://doi.org/10.1016/0967-070X\(95\)93245-T](https://doi.org/10.1016/0967-070X(95)93245-T)
- Paulsson, A., Hylander, J. & Hrelja, R. (2017). One for all, or all for oneself? Governance cultures in regional public transport planning. *European Planning Studies*, 25(12), 2293–2308. <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1362376>
- Pel, B., Raven, R. & van Est, R. (2020). Transitions governance with a sense of direction: synchronization challenges in the case of the dutch 'Driverless Car' transition. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120244. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120244>
- Pettersen, I. N., Verhulst, E., Valle Kinloch, R., Junghans, A. & Berker, T. (2017). Ambitions at work: Professional practices and the energy performance of non-residential buildings in Norway. *Energy Research & Social Science*, 32, 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.02.013>
- Pfadenhauer, M. (2009). Auf gleicher Augenhöhe: Das Experteninterview – ein Gespräch zwischen Experte und Quasi-Experte. In A. Bogner, B. Littig & W. Menz (Hrsg.), *Experteninterviews: Theorie, Methoden, Anwendungsfelder* (3. Aufl., S. 99–116). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Phleps, P., Feige, I. & Zapp, K. (2015). *Die Zukunft der Mobilität: Szenarien für Deutschland in 2035*. München. ifmo - Institute for Mobility Research.

- Pohl, C. & Hirsch Hadorn, G. (2008). Gestaltung transdisziplinärer Forschung. *Sozialwissenschaften und Berufspraxis*, 31(1), 5–22. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-44574>
- Puhe, M. & Reichenbach, M. (2014). In der Nische gefangen? Seilbahnen als Ergänzung des urbanen öffentlichen Verkehrs. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 23(1), 30–38. <https://doi.org/10.14512/tatup.23.1.30>
- Reichenbach, M. (2021). *Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr: Diskussionspapier* (KIT Scientific Working Papers Nr. 164). <https://doi.org/10.5445/IR/1000132693>
- Reichenbach, M. & Fleischer, T. (2023). Zwischen Ambition und Umsetzung. Institutionalierungsprozesse als Kernherausforderung der Mobilitätswende? In D. Sack, H. Straßheim & K. Zimmermann (Hrsg.), *Renaissance der Verkehrspolitik. Politik- und mobilitätswissenschaftliche Perspektiven* (S. 293–322). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-38832-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-658-38832-4_12)
- Reichenbach, M. & Puhe, M. (2018). Flying high in urban ropeways? A socio-technical analysis of drivers and obstacles for urban ropeway systems in Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61(B), 339–355. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.019>
- Reichenbach, M. & Puhe, M. (2022). Struggling with inertia: Regime barriers opposing planning and implementation of urban ropeways. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100023>
- Rip, A. (2006). Folk Theories of Nanotechnologists. *Science as Culture*, 15(4), 349–365. <https://doi.org/10.1080/09505430601022676>
- Rosenbaum, W. (2016). Alltagsmobilität: Eine soziale Herausforderung für die Verkehrspolitik. In O. Schwedes, W. Canzler & A. Knie (Hrsg.), *Handbuch Verkehrspolitik* (S. 543–567). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-04693-4\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-658-04693-4_25)
- Ruhrort, L. (2020). Reassessing the Role of Shared Mobility Services in a Transport Transition: Can They Contribute the Rise of an Alternative Socio-Technical Regime of Mobility? *Sustainability*, 12(19), 8253. <https://doi.org/10.3390/su12198253>
- Runhaar, H., Fünfschilling, L., van den Pol-Van Dasselaar, A., Moors, E. H., Temmink, R. & Hekkert, M. P. (2020). Endogenous regime change: Lessons from transition pathways in Dutch dairy farming. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 36, 137–150. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.06.001>
- Sack, D., Straßheim, H. & Zimmermann, K. (Hrsg.). (2023). *Renaissance der Verkehrspolitik. Politik- und mobilitätswissenschaftliche Perspektiven*. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Schippel, J. & Arnold, A. (2020). Stakeholders' Views on Multimodal Urban Mobility Futures: A Matter of Policy Interventions or Just the Logical Result of Digitalization? *Energies*, 13(7), 1788. <https://doi.org/10.3390/en13071788>
- Schmaus, M., Bawidamann, J., Friedrich, M., Haberl, M., Trenkwalder, L., Fellendorf, M., Uhlig, J., Lohse, R. & Pestel, E. (2023). *Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung* (Texte 14/2023). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/fluessiger-verkehr-fuer-klimaschutz-luftreinhaltung>
- Schwedes, O. (2016). Verkehrspolitik: Ein problemorientierter Überblick. In O. Schwedes, W. Canzler & A. Knie (Hrsg.), *Handbuch Verkehrspolitik* (S. 3–31). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Schwedes, O. (2018). Verkehrspolitik als Gesellschaftspolitik. In O. Schwedes (Hrsg.), *Verkehrspolitik: Eine interdisziplinäre Einführung* (S. 3–24). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-21601-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-21601-6_1)
- Schwedes, O. (2022). Verkehrswissenschaft zwischen Demokratie und Expertokratie. Das Beispiel der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. *spw*(248), 57–64. [https://www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002265/Mitarbeiter/Veroeffentlichungen/Schwedes/spw\\_FGSV\\_schwedes.pdf](https://www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002265/Mitarbeiter/Veroeffentlichungen/Schwedes/spw_FGSV_schwedes.pdf)
- Silva, C., Bertolini, L., te Brömmelstroet, M., Milakis, D. & Papa, E. (2017). Accessibility instruments in planning practice: Bridging the implementation gap. *Transport Policy*, 53, 135–145. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.09.006>
- Silverman, D. (2020). *Interpreting qualitative data* (Sixth edition). SAGE.

## I. Professionelle Akteure im Fokus

- Sommer, K., Heinrichs, E., Schormüller, K. & Deppner, T. (2016). *Lärm- und Klimaschutz durch Tempo 30: Stärkung der Entscheidungskompetenzen der Kommunen* (Texte 30/2016). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/laerm-klimaschutz-durch-tempo-30-staerkung-der>
- SPD, Bündnis 90/Die Grünen & FDP. (2021). *Mehr Fortschritt wagen: Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit: Koalitionsvertrag zwischen SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP*. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/gesetzesvorhaben/koalitionsvertrag-2021-1990800>
- Stiewe, M. (2006). Planungsprozesse in der Verkehrsplanung: Nachhaltig zum Erfolg. In T. Bracher, K. Dziekan, J. Gies, H. Holzapfel, F. Huber, F. Kiepe, U. Reutter, K. Saary & O. Schwedes (Hrsg.). *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung: Strategien, Konzepte, Maßnahmen für eine integrierte und nachhaltige Mobilität* (43. Ergänzungslieferung, Abschnitt 3.2.9.2). Wichmann-Fachmedien.
- Temenos, C., Nikolaeva, A., Schwanen, T., Cresswell, T., Sengers, F., Watson, M. & Sheller, M. (2017). Theorizing Mobility Transitions: An Interdisciplinary Conversation. *Transfers*, 7(1). <https://doi.org/10.3167/TRANS.2017.070109>
- Tennøy, A. (2010). Why we fail to reduce urban road traffic volumes: Does it matter how planners frame the problem? *Transport Policy*, 17(4), 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.01.011>
- Tschoerner-Budde, C. (2020). Cycling policy futures: Diversifying governance, expertise and the culture of everyday mobilities. *Applied Mobilities*, 7, 1–18. <https://doi.org/10.1080/23800127.2020.1766217>
- Upham, P., Oltra, C. & Boso, A. (2015). Towards a cross-paradigmatic framework of the social acceptance of energy systems. *Energy Research & Social Science*, 8, 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.05.003>
- van Dorp, E.-J. (2018). Trapped in the hierarchy: the craft of Dutch city managers. *Public Management Review*, 20(8), 1228–1245. <https://doi.org/10.1080/14719037.2017.1383783>
- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). (2019). *Deutschland mobil 2030: Szenarien für die Umsetzung der Verkehrswende in Deutschland: Zeit für neues Denken und Handeln*. <https://www.deutschland-mobil-2030.de/vdv-broschuere-doppelseiten-deutschland-mobil-2030.pdf>
- Wirth, S., Markard, J., Truffer, B. & Rohrer, H. (2013). Informal institutions matter: Professional culture and the development of biogas technology. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 8, 20–41. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2013.06.002>
- Zimmer, F. (2020). Nur das Richtige im Falschen? Mobilität zwischen Innovation und automobiler Pfadabhängigkeit. In A. Brunnengräber & T. Haas (Hrsg.), *Baustelle Elektromobilität: Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität* (S. 117–136). transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839451656-006>

## II. In der Nische gefangen? Seilbahnen als Ergänzung des urbanen öffentlichen Verkehrs

Maike Puhe, Max Reichenbach

---

Dieses Kapitel wurde vorveröffentlicht als:

Puhe, M. & Reichenbach, M. (2014). In der Nische gefangen? Seilbahnen als Ergänzung des urbanen öffentlichen Verkehrs. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 23(1), 30–38. <https://doi.org/10.14512/tatup.23.1.30>

*Erstveröffentlichung:* Karlsruher Institut für Technologie (KIT),  
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)

---

### Überblick

In Deutschland ist der öffentliche Verkehr (ÖV) ein traditioneller Bereich der öffentlichen Daseinsvorsorge. Busse und Bahnen tragen wesentlich dazu bei, dass Pendler rechtzeitig ihren Arbeitsplatz erreichen und alle Mitglieder der Gesellschaft auch dort mobil sein können, wo es sich rein ökonomisch nicht rentiert. Der Trend, den ÖV zu liberalisieren ist u. a. eine Folge knapper werdender öffentlicher Mittel. Um seine Funktionsfähigkeit auch in Zukunft zu garantieren, lohnt es sich nach alternativen Verkehrsmitteln zu suchen, ihre Machbarkeit, Chancen und Risiken abzuschätzen. Eine solche Alternative können Seilbahnsysteme im urbanen Kontext darstellen.

Dieser Aufsatz beleuchtet zwei Beispiele aus Deutschland: Während in Koblenz seit 2010 eine Seilbahn über den Rhein erfolgreich fährt, ist in Trier die Idee einer Seilbahn zur Universität vorerst gescheitert. Dabei stellt sich die Frage, ob sich Seilbahnen tatsächlich nur sehr eingeschränkt in den urbanen ÖV integrieren lassen oder ob etablierte Akteure innovativen Lösungsansätzen im ÖV strukturell im Wege stehen?

### 1. Hintergrund

Seilbahnsysteme werden seit wenigen Jahren vermehrt als Ansatz diskutiert, der außer in Gebirgsregionen auch in urbanen Kontexten zur Lösung von Verkehrsproblemen beitragen kann (Schippl & Puhe, 2012). Das derzeitige Akteursregime des ÖV in Deutschland lässt jedoch für Innovationen „wenig Spielraum“ (Weiß, 2012, S. 548). Während der individuelle Mobilitätssektor von Produktheterogenität geprägt ist, die für nahezu jeden Geldbeutel ein adäquates Fahrzeug zur Verfügung stellt, beschränken sich die Angebote des ÖV seit rund 100 Jahren unverändert auf die sog. ‚Großgefäße‘ Bus, Straßen-, U- und S-Bahn. Diese werden bis auf wenige Ausnahmen auf festen Linien und nach zuvor ausgehandelten Tarifen bedient (Berndt & Blümel, 2003). Die Vorstellung von innovativem ÖV umfasst

## II. In der Nische gefangen?

weniger neue Verkehrsträger als vielmehr die inkrementelle Weiterentwicklung der Fahrzeugtechnik und Angebotsgestaltung (Wilke & Bongardt, 2004), z. B. flexiblere Angebote, Taktverdichtung und Echtzeitinformation.

Verschiedene aktuelle Entwicklungen, insbesondere mit Blick auf den demographischen Wandel und klimapolitische Ziele, stellen die Akteure des ÖV jedoch vor enorme Herausforderungen. Die angespannte Haushaltslage vieler Kommunen zwingt Verkehrsunternehmen dazu, neue Wege zu gehen und noch stärker als bisher betriebswirtschaftliche Effizienz zu erzielen. Die Liberalisierungsverordnungen der EU fordern außerdem einen regulierten Wettbewerb, den die Verkehrsunternehmen traditionell nicht kannten. Dies ermöglicht – zumindest theoretisch – auch Anbietern alternativer Verkehrsträger, auf den deutschen Markt zu dringen. Auch Seilbahnanbieter erahnen zunehmend das Marktpotenzial urbaner Anwendungen und versuchen verstärkt, Ausschreibungen für sich zu gewinnen – bisher jedoch mit eher mäßigem Erfolg. Der vorliegende Aufsatz nimmt die beschriebenen Herausforderungen zum Anlass, der Frage nachzugehen, ob die veränderten Rahmenbedingungen eine Chance bieten, neue Elemente und Ansätze im ÖV auszuprobieren, die über inkrementelle Verbesserungen hinaus gehen. Anhand zweier Fallbeispiele sollen hier Seilbahnen als neues Element des urbanen ÖV untersucht und die Argumentationslinien für und wider solcher Systeme nachgezeichnet werden.

## 2. Der ÖV in Deutschland

Der deutsche ÖV ist geprägt von schwer überschaubaren Gesetzen und Verordnungen, die Planung, Genehmigung, Betrieb, Marktzugang und Finanzierung regeln. Kern dieses Regelwerks ist das Personenbeförderungsgesetz (PBefG). Im Rahmen des Konzeptes der staatlichen Daseinsvorsorge fällt der ÖV darin seit den 1930er Jahren in den Aufgabenbereich der öffentlichen Hand; der Staat soll aufgrund seiner Fürsorgepflicht eine ausreichende Grundmobilität für alle Gesellschaftsmitglieder gewährleisten (Gegner & Schwedes, 2014). Einerseits sichert dies die verkehrliche Erschließung von Gebieten, die nicht gewinnbringend zu bedienen sind (z. B. ländliche Räume), andererseits prägte die Ausgestaltung auch die ausgesprochen marktfernen Strukturen des ÖV. Dieser lässt sich auch heute noch als hochgradig subventioniert und staatlich reguliert beschreiben. Das Angebot entsteht nicht auf dem freien Markt, sondern wird von politischen Entscheidungsträgern bestimmt: Markteintritt, Preise, Standards und Linienführung unterliegen – zumindest teilweise – staatlicher Regulierung. Anbieter der Verkehrsleistungen sind meist kommunale Eigenbetriebe oder Unternehmen in kommunaler Hand (z. B. Stadtwerke) (Wilke & Bongardt, 2004). Kritiker bemängeln jedoch die zu starren Finanzierungsregeln insbesondere des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (GVFG) (Mietzsch, 2009).

Die Liberalisierungsabsichten der EU beherrschen die Diskussionen der Branche seit Jahren. Im Zuge der europäischen Verordnung (EG) Nr. 1370/2007, welche die zulässigen Eingriffe der Behörden in den Personenverkehrmarkt regelt, wurden im Januar 2013 nach langen Aushandlungsprozessen auch das PBefG entsprechend angepasst und der Regulierungsrahmen für den Marktzugang gelockert. Die Diskussion offenbarte einen tiefen

Argwohn der Branche gegen wettbewerbliche Anreize (Karl, 2014). Objektive Marktzutrittsschranken haben die alteingesessenen Verkehrsunternehmen lange Zeit vor Konkurrenz geschützt (Weiß, 2012). Während die politischen Parteien und die Kundenverbände eher für kontrollierten Wettbewerb eintreten, in dem ausnahmslos alle Dienstleistungen im ÖV ausgeschrieben werden müssten, vertreten die kommunalen Verkehrsunternehmen, der Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), Gewerkschaften und der Deutsche Städtetag die Sicht, dass freier Wettbewerb überwiegend Nachteile mit sich bringt (z. B. Lohnsenkung, Qualitätsverlust, Konkurs mittelständischer Unternehmen) (Wilke & Bongardt, 2004). VDV und Deutscher Städtetag zeigen in ihren Positions- und Diskussionspapieren „weitreichende Reformblockaden und Besitzstandsverteidigung“ (Berndt & Blümel, 2003, S. 23).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der ÖV in Deutschland stark auf den Einsatz traditioneller Verkehrsmittel ausgerichtet ist. Der Versuch, neuartige Verkehrsträger auf den Markt zu bringen, erweist sich aufgrund gewachsener struktureller Hindernisse als schwierig. Die Liberalisierungsvorgaben der EU ermöglichen es nun auch Betreibern alternativer Verkehrsträger, ihre Leistungen auf dem freien Markt anzubieten. Auch Seilbahnhersteller versuchen seit einigen Jahren im urbanen Verkehrsmarkt Fuß zu fassen, dies gelingt aber nur in Einzelfällen. Es stellt sich die Frage, ob Seilbahnen ein ungeeignetes Verkehrsmittel für den urbanen Raum sind und eine echte Etablierung daher scheitert – oder ob die etablierten Akteure einer Öffnung des Angebotsrepertoires strukturell im Wege stehen und so Seilbahnanwendungen erschweren?

### **3. Urbane Seilbahnen als neues Element im ÖV**

Neue Verkehrsträger im ÖV gehen über inkrementelle Verbesserungen bestehender Verkehrsträger hinaus, die im ÖV bereits laufend umgesetzt werden. Neue Elemente sind z. B. ‚Personal Rapid Transit‘ (bisher nur wenige Anwendungen) oder auch Fahrradverleihsysteme, die ein bereits bekanntes Verkehrsmittel in den ÖV integrieren (Schippl & Puhe, 2012). Urbane Seilbahnen sind ein weiterer solcher Ansatz. Die Technik ist in ihren Grundzügen bekannt von zahlreichen ‚klassischen‘ Seilbahnen in Gebirgen und besonders Skisportregionen (Alshalalfah et al., 2012). Neu ist die Anwendung solcher Systeme in urbanen Kontexten als vollwertiger Bestandteil des jeweiligen lokalen ÖV, worin für Seilbahnhersteller auch ein gezielt forcierter zusätzlicher Markt liegt. Vereinzelt urbane Seilbahnsysteme bestehen bereits seit längerer Zeit, so z. B. die Roosevelt Island Tramway, USA (1976), die ursprünglich nur als provisorischer Ersatz während der Erneuerung einer U-Bahn-Linie eingeführt worden war (vgl. Alshalalfah et al., 2012) oder ein ganzes Netz von Seilbahnlinien in Chiatura, Georgien, welches die Bergbaustadt für Bewohner und Minenarbeiter erschließt (Chikviladze et al.).

Seit etwa zehn Jahren jedoch ist eine ganze Anzahl von urbanen Seilbahnanlagen neu entstanden. Es handelt sich teils um einzelne Linien als Solitär, so z. B. die Portland Aerial Tramway (Anbindung eines verkehrsunünstig gelegenen Universitätscampus an das Straßenbahnnetz, vgl. Alshalalfah et al., 2012), teils aber auch um ganze Streckennetze mit mehreren Linien in Ergänzung zu bisher bestehenden S-Bahn- oder Metrolinien wie in

## II. In der Nische gefangen?

Medellín (Kolumbien), Caracas (Venezuela) oder Rio de Janeiro (Brasilien) (Cowie, 2013; Serna Gallego, 2011; Sokol, 2012).

Urbanen Seilbahnen als ÖV-Bestandteil werden von verschiedenen Autoren mehrere Vorteile zugeschrieben. Seilbahnsysteme eignen sich zur Überwindung topographischer Hindernisse. Das gilt für natürliche Barrieren wie große Höhenunterschiede oder Flüsse ebenso wie für bestehende komplexe Siedlungsstrukturen oder bereits bestehende Verkehrswege (Bergerhoff & Perschon, 2012), ohne dabei die Landschaft mit baulichen Barrieren wie Fahrbahnen oder Brücken zu durchschneiden. Seilbahnen können eine hohe Transportkapazität erreichen, die durchaus mit modernen Straßenbahnsystemen vergleichbar ist (Potier, 2011) und bei modernen Dreiseil-Umlaufseilbahnen bis zu Förderleistungen von 9.000 Personen je Stunde und Richtung reichen kann (Alshalalfah et al., 2012). Zwar sind die Fahrgeschwindigkeiten selbst moderat (bis maximal ca. 30 km/h), durch geeignete Direktverbindungen sind jedoch deutliche Reisezeitverkürzungen möglich (Cowie, 2013). Weil im Wesentlichen je Linie nur einzelne Masten und (mindestens) zwei Stationen zu errichten sind, von denen eine zugleich die notwendigen Wartungseinrichtungen einschließt, sind Seilbahnsysteme vergleichsweise kostengünstig in Bau und Betrieb (Alshalalfah et al., 2012) und beeinflussen den Bodenverkehr nicht. Durch den stationären Antrieb können effizient betriebene Elektromotoren verwendet werden, das geringe Gewicht der Kabinen und geringer Rollwiderstand bedeuten außerdem einen insgesamt geringen Energieverbrauch (Bergerhoff & Perschon, 2012). Die geringe Komplexität der einzelnen Linien ermöglicht außerdem einen automatisierten, d. h. unbegleiteten Betrieb (Potier, 2011). Seilbahnen sind im Betrieb sehr zuverlässig, sie sind sehr sicher und Unfälle „kommen äußerst selten vor“ (Rudolph, 2009, S. 73). Ein barrierefreier Zugang zu den Kabinen ist problemlos zu verwirklichen. Als „ideale Zubringer- oder Ergänzungsverkehrsmittel“ (Rudolph, 2009, S. 72) können Seilbahnen in den bestehenden ÖV integriert werden, für den Kunden können sie ein ‚ganz normaler‘ Bestandteil des ÖV und des Tarifsystems sein. So sind z. B. die Seilbahnlinien in Medellín und die ‚Emirates Air Line‘ in London selbstverständliche Elemente auf den lokalen Netzplänen und lassen sich mit den üblichen Fahrscheinen nutzen. Verbunden mit ihrem möglichen Zusatznutzen als touristische Attraktion können Seilbahnen zur wirtschaftlichen Entwicklung einer Stadt beitragen (Rudolph, 2009).

Eine klare Einschränkung von Seilbahnsystemen besteht hinsichtlich ihrer Streckenführung. Zwischen den Stationen können nur mit großem Aufwand Kurven vorgesehen werden, die Planung einer geeigneten Streckenführung erfordert große Weitsicht (Creissels, 2011; Potier, 2011). Es gibt jedoch inzwischen technische Lösungen, welche je nach Seilbahntyp zumindest in den Stationen Richtungsänderungen der Strecke leichter ermöglichen (Neumann, 2009). Die Linienführung ist im Nachhinein schwer veränderbar und auch die Kapazität einer Seilbahnverbindung ist nicht per se an steigende Nachfrage anzupassen (im Vergleich zu einem häufig noch möglichen vermehrten Fahrzeugeinsatz auf einer Buslinie), wenn derlei Erweiterungen nicht bereits in der ursprünglichen Planung vorgesehen wurden (Potier, 2011). Während des Betriebes einer Seilbahn ist zu berücksichtigen, dass die erforderlichen Wartungsarbeiten es aktuell noch erfordern, den Seilbahnbetrieb regelmäßig über mehrere Tage auszusetzen (Rudolph, 2009). Für den urbanen Alltagsbetrieb sind daher nötigenfalls Ausweichmöglichkeiten vorzusehen. Die Veränderung des Stadt- oder Landschaftsbildes durch das Errichten von Seilbahnen kann

darüber hinaus zu Akzeptanzproblemen bei der Bevölkerung führen (Potier, 2011). Zum Teil können sich Bewohner im Umfeld der in der Höhe verlaufenden Seilbahn in ihrer Privatsphäre verletzt fühlen, in anderen Fällen haben Fahrgäste Angst vor der Fahrt durch die Lüfte (Rudolph, 2009).

### 4. Fallbeispiele Koblenz und Trier

Auch in Deutschland sind und waren Anwendungsfälle urbaner Seilbahnen im Gespräch. Neben einigen bestehenden, klar touristischen Anwendungen wie der Rheinseilbahn in Köln sind dies insbesondere die Seilbahn in Koblenz und der aktuell verworfene Petrisbergaufstieg in Trier. Beide Beispiele werden im Folgenden näher beschrieben. Sie sind im Hinblick auf die Rahmenbedingungen sehr unterschiedlich: Während in Koblenz eine touristische Lösung für eine zeitlich fixe Veranstaltung geplant und umgesetzt wurde, sollte die Trierer Seilbahn bestehende, der Topographie und Stadtentwicklung geschuldete Verkehrsprobleme lösen. Dennoch erlauben beide Fälle eine Analyse der Argumentation für und wider eine neuartige Verkehrslösung bei den relevanten Akteuren. Für beide Städte wurde eine Kurzrecherche in den Onlinearchiven der jeweiligen Lokalzeitungen und den Sitzungsarchiven der zuständigen politischen Gremien durchgeführt.

#### 4.1. BUGA-Seilbahn Koblenz

Koblenz (109.000 Einwohner) verfügt über ein umfangreiches Busliniennetz, welches die Kernstadt mit allen Stadtteilen verbindet. Sowohl die Mosel als auch der Rhein werden im Stadtgebiet von je drei Straßenbrücken überquert. Während über die Mosel zwei der Brücken für den lokalen Busverkehr genutzt werden, führen alle Buslinien in die rechtsrheinischen Stadtteile über die Pfaffendorfbrücke. Die beiden anderen Brücken sind weit vom Stadtzentrum entfernt.

2011 fand in Koblenz die Bundesgartenschau (BUGA) statt, wobei die Areale um das Schloss und das deutsche Eck (linksrheinisch) sowie das Plateau der Festung Ehrenbreitstein (rechtsrheinisch) einbezogen wurden. Dieses „bipolare Flächenkonzept“ (Gandner, 2007) erforderte die Planung einer leistungsfähigen Verkehrsverbindung zwischen beiden Teilen des Ausstellungsgeländes. Eine Seilbahn wurde frühzeitig in die Diskussion eingebracht. Ein Systemvergleich zwischen einer Busshuttle-Lösung und einer Seilbahnvariante zeigte, dass unter den gegebenen Bedingungen die Seilbahn deutlich geeigneter und insbesondere kostengünstiger war (BUGA-Projektbüro, 2007), zumal für die Seilbahn ein Betreibermodell vorgesehen wurde, bei dem der Seilbahnanbieter eine Konzession für Bau und Betrieb erhält und die Betriebskosten selbst deckt. Während Busse eine 25-minütige Fahrt über 7 Kilometer durch teils enge Ortsteile hätten leisten müssen, legt die Seilbahn ihre 950 Meter lange Strecke in 4 Minuten zurück (Fitz, 2011). Die Vorzugsvariante der Direktverbindung von Konrad-Adenauer-Ufer und Festungsplateau (anstatt einer indirekten Lösung mit Zwischenstation am rechten Rheinufer) wurde frühzeitig festgelegt (Gandner, 2007). Ein zusätzliches Ökobilanzgutachten ergab, dass aufgrund der eingesparten umfangreichen Busverkehre die Seilbahn auch unter ökologischen Aspekten vorzuziehen war,

## II. In der Nische gefangen?

obwohl z. B. einige wertvolle Bäume für die Stationen gefällt werden mussten und ein Busverkehr in geringem Umfang dennoch vorgesehen wurde, falls Fahrgäste die Seilbahn nicht benutzen wollten (SPD Koblenz). Die Konzession zum Bau und Betrieb der Seilbahn wurde schließlich der österreichischen Firma Doppelmayr erteilt, welche die Seilbahn finanzierte und am 2. Juli 2010 eröffnete. Seither verbuchte sie einen großen wirtschaftlichen Erfolg, u. a. mit 4,6 Mio. Fahrgästen im BUGA-Jahr 2011 (dabei bis zu 50.000 Fahrgäste an Spitzentagen) (Fitz, 2011). Inzwischen wird sie von der Skyglide Event Deutschland GmbH betrieben.

Von Beginn des Planungsprozesses an wurde die Planung aus dem Blickwinkel des Denkmalschutzes kritisch begleitet, weil das Obere Mittelrheintal unter Unesco-Welterbeschutz steht. Der Internationale Rat für Denkmalpflege erklärte die Integrität der Welterbestätte durch die Seilbahn für „stark beeinträchtigt“ (ICOMOS, 2013, S. 15). Die Konzession wurde aus diesem Grund so ausgelegt, dass die Seilbahnanlage eigentlich bis Anfang 2014 wieder hätte abgebaut werden sollen. In den abschließenden Verhandlungen mit dem Welterbekomitee wurde dennoch erreicht, dass die Seilbahn zunächst bis ans Ende ihrer technischen Betriebsdauer 2026 weiterbetrieben werden darf (Georgi, 2013). Das formale Verfahren zur Anpassung des entsprechenden Bebauungsplanes läuft derzeit (Stadtverwaltung Koblenz, 2014) und Vorschläge wie die Integration in das reguläre Tarifsystem des ÖV stehen im Raum (IHK Koblenz, 2011).

Während des Entscheidungsprozesses für die Koblenzer Seilbahn wurden in den Medien und in den zuständigen politischen Gremien im Wesentlichen die Vorteile der geringen Fahrzeit (Fitz, 2011), die Kostenreduktion für den Shuttleverkehr (BUGA-Projektbüro, 2007), der energieeffiziente und emissionsarme Betrieb (Georgi, 2013; IHK Koblenz, 2011), die ökologischen Vorteile und die touristische Attraktivität (Schneider, 2010) sowie mit Blick auf das besser erschlossene Stadtgebiet positive Auswirkungen auf Einzelhandel und Wohnungsmarkt (Kallenbach, 2011) angeführt. Die oben genannte Gefährdung der Integrität des Weltkulturerbes Oberes Mittelrheintal war während der gesamten Diskussion der wesentliche Kritikpunkt.

### **4.2. Petrisbergaufstieg Trier**

Trier verfügt über ein gut ausgebautes Stadtbusliniennetz, das alle Ortsbezirke der Stadt erschließt. Während die verdichtete Kernstadt (42.000 Einwohner) im Moseltal liegt, befindet sich mit der Campus-Universität (15.000 Studierende, 1.000 Mitarbeitende) sowie einem neu entstandenen Stadtteil mit Wohneinheiten, Büro- und Geschäftsflächen ein Arbeitsplatzschwerpunkt in einem der Höhenstadtteile auf dem sogenannten Tarforster Plateau. Dessen HAUPTerschließungsstraßen verlaufen durch zwei Täler, sie sind teilweise sehr steil und in ihrer Kapazität begrenzt. Zu Stoßzeiten bedient der ÖV auf der am stärksten nachgefragten Achse im Stadtbusnetz die Universität mit 22 Fahrten pro Stunde. Dennoch kommt es auf den Straßen zum Tarforster Plateau regelmäßig zu Überlastungen (Huber-Erler & Hofherr, 2013).

Überlegungen, die Verbindung zum Tarforster Plateau zu verbessern, gehen bis in die 1970er Jahre zurück. Schon damals wurde neben Ansätzen zum Individual- und Busverkehr auch ein Kabinenbahnsystem vorgeschlagen, dieses wurde aber zunächst nicht weiter

verfolgt. Ende der 1990er Jahre wurde der Gedanke einer Direktverbindung wieder aufgegriffen (Stadt Trier, 2012). Eine Machbarkeitsstudie verwarf eine Seilbahnlösung mit der Begründung, dass Umstiege am Bahnhof damit zwingend erforderlich würden (Rudolph, 2009). Stattdessen wurde ein sog. Duobus, der sowohl im Oberleitungsbetrieb als auch mit Dieselantrieb verkehren kann, als am besten geeignetes Verkehrsmittel ermittelt (Stadt Trier, 2006). Doch auch diese Lösung wurde aufgrund fehlender Finanzierungsmöglichkeiten nicht realisiert. Der Duobus galt zu diesem Zeitpunkt in Deutschland nicht als „erprobtes und am Markt eingeführtes System“ (Stadt Trier, 2006), womit eine Förderung durch das GVFG ausgeschlossen war. Die Stadtwerke Trier sollten technische Entwicklungen und Finanzierungen jedoch weiter beobachten, um ggf. später eine Umsetzung zu erreichen. Dies war aus Sicht der Stadtwerke 2009 der Fall, so dass eine neue Studie veranlasst wurde. Diese umfasste neben drei Busvarianten mit alternativen Antriebstechniken auch eine Seilbahnlösung. Die Sinnhaftigkeit einer Seilbahn sollte in einer ergänzenden Potentialanalyse bewertet werden (DB International GmbH, 2009), die 2010 durchgeführt wurde. Diese kommt zu dem Schluss, dass eine neue Buslinie gegenüber den Seilbahnvarianten die beste verkehrliche Wirkung erzielt. Ausdrücklich empfiehlt die Studie aber eine Überprüfung der Kosten für alle Varianten, ohne die eine abschließende Empfehlung nicht sinnvoll erscheine (Spiekermann AG Consulting Engineers [Spiekermann AG], 2012).

Auf Grundlage dieses Gutachtens beschloss der Stadtrat 2012, eine Seilbahnlösung nicht weiter zu verfolgen. Er verwies darauf, dass das GVFG im Jahr 2019 ausläuft und damit eine Finanzierung unrealistisch erscheint. Vor diesem Hintergrund verzichtet der Stadtrat auch auf den Neubau einer eigenständigen Bustrasse (Stadt Trier, 2012). Im Mobilitätskonzept der Stadt Trier aus dem Jahr 2013 ist der Bau einer neuen Direktverbindung lediglich als langfristige Maßnahme (nach 2025) genannt (Huber-Erler & Hofherr, 2013), eine Seilbahnlösung findet keine Erwähnung mehr.

Auffallend bei der Analyse der Gutachten ist, dass eine mögliche Stärkung des gesamten ÖV der Stadt durch ein womöglich insgesamt attraktiver werdendes Angebot, in dem defizitäre Buslinien als Zubringer der Seilbahn auch Zulauf hätten erfahren können, keine Berücksichtigung findet. Es wird vielmehr auf die „langjährige Erfahrung“ (Spiekermann AG, 2012, S. 9) der Stadtwerke verwiesen, die zeigten, dass bestimmte Achsen schlechter angenommen würden. In immer neuen Studien wurden verschiedene Verkehrsmittel und Anwendungsfälle untersucht und verglichen, Empfehlungen fielen dabei wechselnd aus. Nicht immer wird klar, wer genau die jeweils zu Grunde gelegten Parameter bestimmte, welche die Ergebnisse von Systemvergleichen maßgeblich beeinflussen.

Während der Diskussion um eine Seilbahnlösung für den Petrisbergaufstieg wurden in und über die lokalen Medien Argumente für und wider eine Seilbahnlösung angebracht. Argumente für die Seilbahn finden sich allein in einem Interview mit dem Trierer Verkehrsexperten Heiner Monheim (vgl. Hormes, 2010b). Dieser sieht die Vorteile v. a. in der Entlastung der existierenden Erschließungsstraßen, außerdem in der hohen Transportkapazität einer Seilbahn. Ebenso finden die geringen Betriebskosten, der geringe Energieverbrauch sowie die Barrierefreiheit des Verkehrsmittels Erwähnung. Eindeutig kritisiert Monheim die zugrundeliegenden Parameter der Gutachten. Die Gegenargumente stammen v. a. aus den Gutachten sowie einem Interview mit dem Verkehrschef der

## II. In der Nische gefangen?

Stadtwerke Trier (vgl. Hormes, 2010a, 2010c; Schneiders, 2012). Sie erstrecken sich über die potenziellen Konflikte mit dem Denkmalschutz in der Innenstadt, den geringen volkswirtschaftlichen Nutzen sowie die Unübersichtlichkeit des ÖV durch verschiedene Fahrzeugsysteme und die hohen Investitionskosten einer Seilbahn. Das Interview mit dem Verkehrschef der Stadtwerke verweist auf ein unzureichend durchdachtes Gesamtkonzept der Seilbahnintegration und zusätzliche Wartezeiten beim Umstieg. Er betont, ein Seilbahnhersteller könne sich „nicht einfach das Filetstück herausgreifen und der SWT die hoch defizitären Bus-Zubringerlinien überlassen“ (Hormes, 2010c).

## 5. In der Nische gefangen?

Für die Einführung eines neuen Verkehrsmittels ist umfangreiche Überzeugungsarbeit bei den beteiligten Akteuren notwendig, wie Rudolph (2009) am Beispiel urbaner Seilbahnen ausführt. Entlang der hier untersuchten Fallbeispiele lässt sich diese – teils mühsame – Überzeugungsarbeit nachzeichnen.

In Koblenz wird seit 2010 erfolgreich eine Seilbahn betrieben. Die Entscheidung für dieses Verkehrsmittel fiel früh im Zuge der Vorbereitungen für die BUGA 2011 und wurde im weiteren Verlauf kaum noch in Frage gestellt – zumindest nicht in Bezug auf die alternative Buslösung, sondern nur aufgrund der befürchteten Beeinträchtigung des Weltkulturerbes. Zeichnet man die in die Diskussion eingebrachten Argumente nach, wurde diese Entscheidung durch den Umstand begünstigt, dass die Seilbahn von vornherein nur für eine begrenzte Zeitdauer geplant wurde. Durch den eher touristischen Fokus waren andere Akteure als die etablierten Verkehrsunternehmen involviert und das vorgesehene Betreibermodell beschränkte die Belastungen des öffentlichen Haushalts auf einen Anteil an den Planungskosten. Hinzu kommt, dass im Zuge der BUGA eine Lösung zu einem fixen Termin benötigt wurde. Es handelte sich also nicht, wie im Falle Triers, um ein bereits lange in der Diskussion befindliches Verkehrsproblem. Die Organisatoren der BUGA hatten den klaren Auftrag, die Besucher der Veranstaltung sicher, zeitlich und ökologisch effizient sowie komfortabel zu einem weiter entfernten Geländeteil der Veranstaltung zu transportieren. Unter den beteiligten Akteuren ergaben sich so keine Interessenskonflikte in Bezug auf die Gewinnaufteilung oder eine gerechte Beteiligung am Verkehrsmarkt.

In Trier dagegen drehen sich die Diskussionen um den Petrisbergaufstieg scheinbar seit Jahrzehnten im Kreis. Sobald die Seilbahnvariante ernsthaft in Gutachten berücksichtigt wurde, schienen insbesondere die Stadtwerke eine Abwehrposition einzunehmen; Kritiker bemängeln einen nicht fair ausgeführten Systemvergleich. Der zu bedienende Streckenabschnitt wird als ‚Filetstück‘ wahrgenommen, dessen Betrieb den Stadtwerken zustehe. Dieses Argument drückt die Sorge aus, dass gewinnbringende Strecken durch vermehrten Wettbewerb zunehmend privaten Investoren zufallen und kommunalen Betrieben am Ende nur die defizitären Streckenabschnitte bleiben. Vor diesem Hintergrund ist es allerdings verwunderlich, dass ein Betrieb durch das eigene Unternehmen nicht zumindest bedacht wurde. Potenzielle Investoren einer Seilbahnlösung betonen, sie könnten die Seilbahn zu weitaus geringeren Kosten implementieren, als sie durch eine eigenständige Bustrasse entstünden (Rudolph, 2009).

Die Untersuchung der Fallbeispiele bietet einen lehrreichen Einblick in Entscheidungsprozesse, Akteursregime sowie Handlungsspielräume und begrenzende Faktoren in Planungsprozessen des ÖV auf lokaler Ebene in Deutschland. Der ÖV muss vielfältigen Ansprüchen gerecht werden und dient insbesondere auch dem öffentlichen Interesse. Dabei stehen die Betreiber des ÖV teilweise in einem Spannungsverhältnis zur kommunalen Politik, aber auch zu ihren Arbeitnehmern. Die Politik wünscht sich einen möglichst hohen ÖV-Anteil am Gesamtverkehrsaufkommen – inklusive der Bereiche, die nicht gewinnbringend zu erschließen sind. Die kommunalen ÖV-Unternehmen sind aber zunehmend dazu angehalten, betriebswirtschaftlich effizient zu arbeiten, wobei sie insbesondere gegenüber privaten Unternehmen ein vergleichsweise hohes Gehaltsniveau bieten. Darüber hinaus möchten sie ihre Kompetenzen und Einflussmöglichkeiten (z. B. auf die städtische Verkehrsplanung) nicht verlieren (Mietzsch & Plank, 2005). Diese Verschränkung von öffentlichen Institutionen und staatsnahen Unternehmen scheint Veränderungsprozesse ebenso zu hemmen wie ein starrer Regulierungs- und Finanzierungsrahmen.

Seilbahnen decken im Wesentlichen Punkt-zu-Punkt-Verbindungen ab und können daher kein Allheilmittel städtischer Verkehrsprobleme sein, dennoch bieten sie eine Reihe von Potenzialen. Die heutigen Rahmenbedingungen scheinen allerdings für derartige innovative Verkehrslösungen strukturell zumindest ein bremsender Faktor zu sein, der ihre breitere Anwendung bisher erschwert. Die Sorge der ÖV-Betreiber um Qualitätsverluste durch die Aufgabe eingespielter Zusammenarbeit muss aber ernst genommen werden. Eine konstruktive Herangehensweise kann hier zu einem leistungsfähigen ÖV mit optimal aufeinander abgestimmten Verkehrsträgern beitragen.

## Literaturverzeichnis

- Alshalalfah, B., Shalaby, A., Dale, S. & Othman, F. M. Y. (2012). Aerial Ropeway Transportation Systems in the Urban Environment: State of the Art. *Journal of Transportation Engineering*, 138(3), 253–262. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000330](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000330)
- Bergerhoff, J. & Perschon, J. (2012). *Urban ropeway as part of sustainable urban transport networks in developing countries. Conference CODATU XV. The role of urban mobility in (re)shaping cities. 22 to 25 October 2012 - Addis Adaba (Ethiopia)*. <http://www.codatu.org/wp-content/uploads/J.-Bergerhoff-J.-Perschon-ARTICLE-Codatu-XV-2012-EN.pdf>
- Berndt, F. & Blümel, H. (2003). *ÖPNV quo vadis? Aufforderung zu verkehrspolitischen Weichenstellungen im ÖPNV. WZB Discussion Papers SP III 2003-106*. <http://www.econstor.eu/handle/10419/47953>
- BUGA-Projektbüro. (2007). *Planerische Ansätze und Kostenkonzeption der Gesamtmaßnahme BUGA 2011 (Beschlussvorlage BV/0424/2007)*. Koblenz. [http://www.koblenz.de/verwaltung\\_politik/buergerinfo/vo0050.php?\\_kvonr=5276&voselect=802](http://www.koblenz.de/verwaltung_politik/buergerinfo/vo0050.php?_kvonr=5276&voselect=802)
- Chikviladze, I., Kapanadze, Z., Vashadze, L. & Bregadze, D. *Kyiv Initiative Regional Programme. Pilot Project on the Rehabilitation of Cultural Heritage in Historic Towns. Preliminary Technical File. Chiatura, Georgia*. [http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/cooperation/kyiv/PTF/PTF\\_Chiatura\\_Georgia.pdf](http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/cooperation/kyiv/PTF/PTF_Chiatura_Georgia.pdf)
- Cowie, S. (30. April 2013). Rio tackles favela's transportation problems. *Deutsche Welle*. <http://www.dw.de/rio-tackles-favelas-transportation-problems/a-16772618>
- Creissels, D. (2011, 3. August). *Insertion d'un téléphérique en ville. Congrès OITAF 2011*. <http://www.oitaf.org/Kongress%202011/Referate/Creissels.pdf>

## II. In der Nische gefangen?

- DB International GmbH. (2009). *Fortschreibung Studie Petrisberg (Trier): Sachstand moderne Antriebstechnik Bussysteme und Aktualisierung der Standardisierten Bewertung für die Einführung eines innovativen Bussystems*. <https://info.trier.de/bi/vo020.asp?VOLFDNR=5305>
- Fitz, R. (2011). *The success story of the ropeway in Coblenz. More than 4.6 million passengers transported in 6 months. Presentation at the OITAF Congress 2011 in Rio de Janeiro*. <http://www.oitaf.org/Kongress%202011/Referate/Doppelmayr%20Fitz.pdf>
- Gandner, C. (2007). *Seilbahn zur Festung. BUGA 2011 aktuell*. [http://www.koblenz.de/bilder/buga\\_aktuell1.pdf](http://www.koblenz.de/bilder/buga_aktuell1.pdf)
- Gegner, M. & Schwedes, O. (2014). Der Verkehr des Leviathan. Zur historischen Genese des städtischen Verkehrs im Rahmen der Daseinsvorsorge. In O. Schwedes (Hrsg.), *Öffentliche Mobilität. Perspektiven für eine nachhaltige Verkehrsentwicklung* (2. Aufl., S. 47–68). Springer Fachmedien. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-03302-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-658-03302-6_3)
- Georgi, O. (19. Juni 2013). Rhein-Seilbahn darf bis 2026 bleiben. *Frankfurter Allgemeine*. <http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/koblenz-rhein-seilbahn-darf-bis-2026-bleiben-12236451.html>
- Hormes, M. (25. Januar 2010a). Neue Varianten zum Petrisberg-Aufstieg. *Trierischer Volksfreund*. <http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/trier/Heute-in-der-Trierer-Zeitung-Neue-Varianten-zum-Petrisberg-Aufstieg;art754,2334456>
- Hormes, M. (14. März 2010b). „Seilbahnen in Städten haben sich bewährt.“ Interview mit Heiner Monheim und Christian Muschwitz. *Trierischer Volksfreund*. <http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/trier/Heute-in-der-Trierer-Zeitung-Seilbahnen-in-St-228-dten-haben-sich-bew-228-hrt;art754,2385761>
- Hormes, M. (8. April 2010c). Petrisberg-Aufstieg: SWT-Verkehrschef weist Kritik im Interview an Stadtwerken Trier zurück. *Trierischer Volksfreund*. <http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/trier/Heute-in-der-Trierer-Zeitung-Petrisberg-Aufstieg-SWT-Verkehrschef-weist-Kritik-im-Interview-an-Stadtwerken-Trier-zurueck;art754,2409232>
- Huber-Erlar, R. & Hofherr, S. (2013). *Mobilitätskonzept Trier 2025. Schlussbericht*. [http://www.trier.de/systemstatic/Medien/Mobilitaetskonzept\\_Trier\\_2025\\_Schlussbericht\\_Anlagenband\\_Textband.pdf](http://www.trier.de/systemstatic/Medien/Mobilitaetskonzept_Trier_2025_Schlussbericht_Anlagenband_Textband.pdf)
- ICOMOS. (2013, 28. Januar). *Report on an ICOMOS advisory mission to Upper Middle Rhine Valley, Germany. International Council on Monuments and Sites ICOMOS, Advisory Mission Report*. <http://whc.unesco.org/document/122564%E2%80%8E.pdf>
- IHK Koblenz. (2011, 21. September). *Was kommt nach der BUGA? IHK rief zu Ideen auf* [Pressemitteilung]. [http://www.ihk-koblenz.de/servicemarken/medien\\_und\\_oeffentlichkeitsarbeit/pressemitteilungen/1546238/Was\\_kommt\\_nach\\_der\\_BUGA\\_IHK\\_rief\\_zu\\_Ideen\\_auf.html](http://www.ihk-koblenz.de/servicemarken/medien_und_oeffentlichkeitsarbeit/pressemitteilungen/1546238/Was_kommt_nach_der_BUGA_IHK_rief_zu_Ideen_auf.html)
- Kallenbach, R. (22. September 2011). Seilbahn erschließt das „neue“ Koblenz. *Rhein-Zeitung*. [http://www.rhein-zeitung.de/region/bundesgartenschau-in-koblenz-2011\\_artikel,-Seilbahn-erschliesst-das-neue-Koblenz-\\_arid,309839.html](http://www.rhein-zeitung.de/region/bundesgartenschau-in-koblenz-2011_artikel,-Seilbahn-erschliesst-das-neue-Koblenz-_arid,309839.html)
- Karl, A. (2014). Strukturelle Reformblockaden im öffentlichen Verkehr – Zu den Herausforderungen von Organisation und Rechtsrahmen. In O. Schwedes (Hrsg.), *Öffentliche Mobilität. Perspektiven für eine nachhaltige Verkehrsentwicklung* (2. Aufl., S. 71–95). Springer Fachmedien. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-03302-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-658-03302-6_4)
- Mietzsch, O. (2009). *Das GVFG aus kommunaler Perspektive - Handlungserfordernisse und Änderungsnotwendigkeiten. Fachgespräch der Bundestagsfraktion Bündnis 90/ Die Grünen am 29.06.2009*. [http://toni-hofreiter.de/dateien/Mietzsch\\_29\\_06\\_09.pdf](http://toni-hofreiter.de/dateien/Mietzsch_29_06_09.pdf)
- Mietzsch, O. & Plank, C. B. (2005). Organisation und Finanzierung des ÖPNV. In T. Bracher, K. Dzienan, J. Gies, H. Holzapfel, F. Huber, F. Kiepe, U. Reutter, K. Saary & O. Schwedes (Hrsg.), *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung: Strategien, Konzepte, Maßnahmen für eine integrierte und nachhaltige Mobilität* (41. Ergänzungslieferung, Kapitel 4.4.2.1). Wichmann-Fachmedien.
- Neumann, E. S. (2009). *Cable propelled systems in urban environments*. <http://adr.coalliance.org/cog/fez/eserv/cog:165/neumann.pdf>

- Potier, M. (2011, 22. September). *Quelle place pour le transport par câble « aérien » en ville ? Congrès OITAF 2011*. <http://www.oitaf.org/Kongress%202011/Referate/Potier.pdf>
- Rudolph, K. A. (2009). *Anwendungsfälle und Lösungsansätze zur Realisierung urbaner Luftseilbahnprojekte im ÖPNV*. (Schriftenreihe des Instituts für Transportwirtschaft und Logistik - Verkehr 08/2009). Wien. Institut für Transportwirtschaft und Logistik, Vienna University of Economics and Business. <http://epub.wu.ac.at/872/1/document.pdf>
- Schippl, J. & Puhe, M. (2012). *Technology options in urban transport: changing paradigms and promising innovation pathways – Final Report*. Brussels: European Parliament - STOA / ETAG 2012. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2012/482692/IPOL-JOIN\\_ET\(2012\)482692\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2012/482692/IPOL-JOIN_ET(2012)482692_EN.pdf)
- Schneider, I. (2010). *Seilbahn doch auf Dauer? CDU-Stadtratsfraktion Koblenz*. <http://cdufraktion-koblenz.de/2010/01/27/seilbahn-doch-auf-dauer/#more-668>
- Schneiders, M. (1. Juli 2012). Schneller und bequemer von A nach B. *Trierischer Volksfreund*. <http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/trier/Heute-in-der-Trierer-Zeitung-Schneller-und-bequemer-von-A-nach-B;art754,3206899>
- Serna Gallego, R. A. (2011, 14. Dezember). *Metrocable en Medellín, Colombia. El cable urbano integrado, una nueva dimensión del transporte por cable aéreo*. <http://www.oitaf.org/Kongress%202011/Referate/metromedellin.pdf>
- Sokol, D. (21. August 2012). Over Site: how Caracas's new cable-car system is making the city's favelas more visible. *Architonic*. <http://www.architonic.com/nthst/over-site-how-caracas-s-new-cable-car-system-is-making-the-city-s-favelas-more-visible/700051>
- SPD Koblenz. *Buga2011. Positive Ökobilanz der Seilbahn zur BUGA 2011 bei Unterzeichnung des Konzessionsvertrages vorgestellt* [Pressemitteilung]. [http://www.spd-koblenz.de/index.php?mod=content&page\\_id=2648&s=15652&menu=901](http://www.spd-koblenz.de/index.php?mod=content&page_id=2648&s=15652&menu=901)
- Spiekermann AG Consulting Engineers. (2012). *Petrisbergaufstieg Trier Potentialuntersuchung*. Düsseldorf. <https://info.trier.de/bi/vo020.asp?VOLFDNR=6665>
- Stadt Trier. (2006). *ÖPNV-Querachse Trier - Petrisbergaufstieg - Sachstandbericht und weiteres Verfahren. Vorlage 010/2006*. <https://info.trier.de/bi/vo020.asp?VOLFDNR=3267>
- Stadt Trier. (2012). *Petrisbergaufstieg: Ergebnis der Potenzialstudie Seilbahn sowie weiteres Vorgehen* (Vorlage 162/2012). <https://info.trier.de/bi/vo020.asp?VOLFDNR=6665>
- Stadtverwaltung Koblenz. (2014). *Bebauungsplan Nr. 120. „Seilbahnanlage Bundesgartenschau 2011“. Änderung und Erweiterung Nr. 2. Begründung. Konzeptionsfassung. BV/0073/2014*. [http://www.koblenz.de/verwaltung\\_politik/buergerinfo/vo0050.php?\\_kvonr=17658](http://www.koblenz.de/verwaltung_politik/buergerinfo/vo0050.php?_kvonr=17658)
- Weiß, H.-J. (2012). Wozu noch objektive Marktzugangsbeschränkungen im straßengebundenen ÖPNV? *Wirtschaftsdienst*, 92(8), 547–553. <https://doi.org/10.1007/s10273-012-1418-8>
- Wilke, G. & Bongardt, D. (2004). Akzeptanz innovativer Konzepte bei Bahn und Bus bei professionellen Akteuren: Analyse der Akteure auf nationaler und europäischer Ebene. In H. Monheim & K.-G. Schroll (Hrsg.), *Akzeptanz innovativer ÖPNV-Konzepte bei professionellen Akteuren* (S. 94–185). Universität Trier.



### III. Flying high in urban ropeways?

## A socio-technical analysis of drivers and obstacles for urban ropeway systems in Germany

Max Reichenbach, Maike Puhe

---

This section has been published as:

Reichenbach, M., & Puhe, M. (2018). Flying high in urban ropeways? A socio-technical analysis of drivers and obstacles for urban ropeway systems in Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61(B), 339–355. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.019>

*Original publisher:* Elsevier Ltd

---

#### Abstract

Urban ropeways are a novel option in public transport, using established technology known from the mountains to deliver public transport in urban areas. Generally seen as environmentally friendly with a small ecological footprint, the potential of urban ropeways has not yet been demonstrated in Germany. Applying the ‘multi-level perspective’ established in transition research, we analyse challenges in the diffusion process. Results are based on 14 interviews with transport planning experts, ropeway manufacturers and actors from cities with urban ropeway projects. The following major obstacles are identified: (1) restricted route layout and interferences with urban landscapes inherently narrowing the niche for urban ropeways, (2) frequent lack of a clear concept of how the urban ropeway will connect with the existing public transport system, (3) established actor constellations and planning routines in the public transport regime blocking off the take-up of urban ropeways, and (4) increasing public opposition against infrastructure investment projects in general. At the same time, a number of drivers stimulate the diffusion process: (1) flagship projects and events can showcase urban ropeways, (2) the public transport regime generally experiences a pressure to become more innovative, leading to (3) regime actors themselves discovering urban ropeways as an interesting option, and (4) a stimulating effect is expected from the first urban ropeways to be actually implemented in Germany. Overall, the diffusion process is still at an early stage, but our results illustrate a wide-spread expectation that urban ropeways will become part of the German public transport repertoire in the future.

#### Keywords

Urban ropeways; Public transport; Diffusion of innovations; Multi-level-perspective

## 1. Introduction

In recent years, the way transport is organised, particularly in cities, is changing. Ideas for reorganisation range from rather technological innovations like battery-electric vehicles to organizational innovations like car-sharing and community-based approaches such as free cargo-bike sharing. Within the more conventional sector of public transport, new approaches are tested to make the sector more efficient in economic terms as well as to increase public transport modal shares, thereby reducing the environmental footprint of the transport sector.

In this paper, we take a look at one specific innovation in this area: urban ropeways<sup>1</sup>, particularly considering the German public transport sector. This innovation is less of a technological kind, as ropeway systems of various types are common in mountainous regions, most frequently at skiing destinations (Puhe & Reichenbach, 2014). Generally, the technical characteristics of ropeways are well-known from existing installations (cf. Liedl, 1999; Sedivy, 2012). Layouts include different possibilities regarding operative characteristics like the number of cabins and the frequency of departures (continuous operation vs. fixed timetable). Meanwhile, the suitability of ropeways for urban transport purposes has been explained in a number of studies and reports (e.g. Alshalalfah et al., 2012; Clément-Werny & Schneider, 2012; Monheim et al., 2010; Weidmann, 2013). Ropeways are generally seen as an environmentally friendly means of transport, mainly because the motors in the stations use electric power which can easily be supplied from renewable sources, thereby reducing carbon dioxide emissions. Moreover, other emissions are equally low, with literally no impact on air quality and very little noise emissions from the moving cabins and the stations (Rudolph, 2009). Ropeways also require little land consumption (Pajares & Priester, 2015). Urban ropeways could therefore be a part of more sustainable urban transport futures. However, urban ropeways are clearly not a transport solution that fits every purpose: Ropeways provide direct point-to-point links with only limited possibilities for intermediate stations, they cannot extensively serve a whole area. Detailed route alignment is another critical issue, as curves are limited and require expensive engineering. Therefore, urban ropeways can only be one element in a wider public transport system, for example crossing topographical barriers, linking institutions with high passenger demand to the existing public transport network, closing public transport gaps, or relieving overloaded transport links.

Despite the potential illustrated above, the use of ropeways in urban contexts, fit into public transport networks and tariff schemes just like any other means of public transport, is a rather new and still very scarce phenomenon. Most prominently, a growing number of urban ropeway installations in Latin America has attracted publicity as well as scientific coverage, including for example the 'Metrocable Medellín' in Colombia (cf. Bocarejo et al., 2014; Heinrichs & Bernet, 2014), or a set of urban ropeway lines in La Paz, Bolivia (Doppelmayer, 2015). These installations have greatly increased the accessibility of existing

---

<sup>1</sup> Terminology for ropeway systems varies. Common terms used alternatively include 'aerial ropeways', 'aerial tramways', 'aerial lifts', 'cable cars', or 'gondolas', partially referring to specific technical sub-categories. See for example Alshalalfah et al. (2012) for a more detailed introduction.

informal settlements (favelas), which had not been served by public transport before, or build a more efficient alternative to former queues of busses stuck in traffic. However, those cases are not necessarily comparable with European cities, particularly regarding the existing public transport offer and the transport planning context. Therefore, the present paper will not examine these cases and focus on the context of the German public transport sector instead, where none of the urban ropeway projects proposed until today have been actually implemented, and proposed projects have been restricted to very specific contexts in a limited number of cases. This leads to the main question addressed in this article: Why have urban ropeways not been established as a relevant option in public transport in Germany until today?

Given the technical maturity of ropeway systems and the existing experience with possible layouts and technical limits, we do only marginally touch technical aspects of urban ropeways. Instead of delivering a technical analysis, we extend our perspective to the socio-technical context of urban ropeways, considering a wider range of potential obstacles and drivers affecting the diffusion process of urban ropeways. This means putting our analytical focus on constellations of actors involved in organising and operating public transport in Germany as well as the respective regulatory frameworks. In doing so, we take into account the importance of specific actors in the innovation process (Bratzel, 2000) as well as structural barriers within the organisation of the German public transport sector that are a probable cause for slowing down the diffusion of innovations (Karl, 2014). Issues range from individual actors' opinions, for example of bus operators, to the particularities of the legal framework for ropeways in Germany (cf. Stennecken & Neumann, 2016). For the analysis of the socio-technical context of technological innovations, various approaches have been developed in transition research, including the 'multi-level perspective' (MLP) on socio-technical transitions (Geels, 2002, 2011; Geels & Schot, 2007) or the 'technological innovation systems' (TIS) approach (Bergek et al., 2008; Hekkert & Negro, 2009; Hekkert et al., 2007) as prominent examples. Considering the rareness of even proposed urban ropeway projects in Germany until today, we chose the MLP as a tool dealing with technological niches which is well suited to address our research question (detailed introduction in section 2).

In this article, our understanding of 'urban ropeways' is as follows: As urban ropeways, we consider ropeways that are geographically located in an urban area and that serve public transport needs. These ropeways are specific in the sense that the integration into the urban landscape as well as the operating conditions of public transport (transport volumes, operating hours) constitute specific challenges – which are combined neither for ropeways in urban areas serving tourist purposes nor for public transport ropeways outside urban areas. This definition is also in line with previous work (cf. Nejez, 2009; Pajares & Priester, 2015).

## 2. The multi-level perspective on socio-technical transitions

The MLP was introduced by Geels (2002) and has since been frequently used in analysing innovation processes and socio-technical transitions in various contexts. At its core, the MLP presents the three concepts of (socio-technical) niches, regimes, and the landscape.

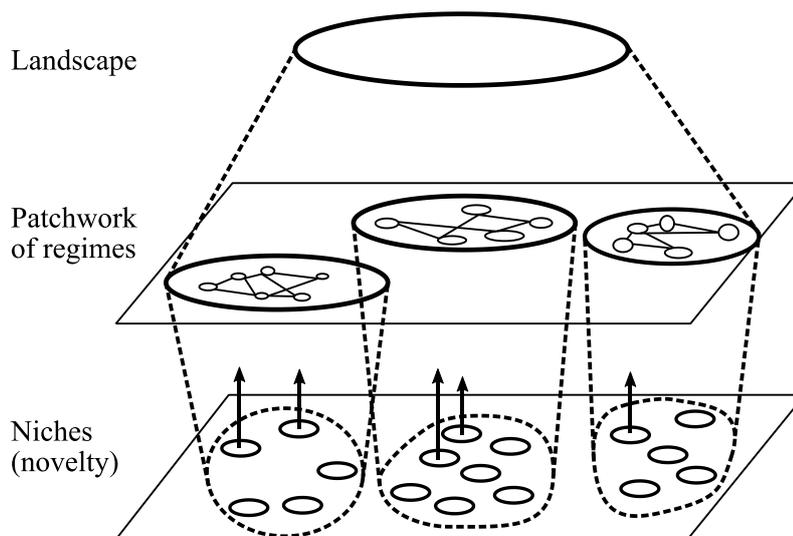
### III. Flying high in urban ropeways?

These build a hierarchy (Fig. III-1): Niches are part of regimes and regimes are part of the landscape (Geels, 2002).

Within the MLP, niches are understood as places with room for experimentation, where innovation can happen. Niches provide a protected environment, allowing for learning processes during early stages of an innovation, leaving room to formulate expectations and visions, and building up networks of relevant actors (Geels, 2012). Inside niches, new approaches which deviate from established technologies and routines can be demonstrated, gaining momentum over time.

The socio-technical regime consists of a structuring set of deeply rooted rules and routines, coordinating and aligning technologies, companies, institutions, policies, users, interest groups, etc. with regard to a certain topic or a technology. It is mostly characterized by a high degree of stability, with innovation being rather incremental. Because of technological lock-ins, innovation trajectories are relatively linear (Geels, 2012).

Niches and socio-technical regimes are embedded in the socio-technical landscape which “includes spatial structures [...], political ideologies, societal values, beliefs, concerns, the media landscape and macro-economic trends” (Geels, 2012, p. 473). While influencing developments at regime and niche levels, the socio-technical landscape itself is not directly affected by individual changes within regimes and niches.



**Fig. III-1: Nested hierarchy in the multi-level perspective (Geels, 2002)**  
(reprinted from Geels, 2002, with permission from Elsevier)

The MLP does not conceptualize diffusion processes as a linear development, but considers a multitude of parallel processes and conducive as well as hampering factors. In doing so, it clearly incorporates a temporal, process-oriented perspective (Geels, 2012). Based on the original MLP, a number of typical pathways have been proposed considering the ways in which niche innovations influence the socio-technical regime, extending the conceptualization of interactions between the three levels (Geels & Schot, 2007): For example, a specific technology can be replaced, or the socio-technical regime as a whole may be slowly

reconfigured. The responsiveness to emerging niches also depends on the current stability of the socio-technical regime which itself is also dependent on pressures rooted in the socio-technical landscape.

The MLP has already been applied to the transport sector in a number of studies, for example by Geels (2012), Nykvist and Whitmarsh (2008), or several contributions in the book 'Automobility in transition?' (Geels et al., 2012), including a perspective on innovation in public transport (Harman et al., 2012). Analyzing the global diffusion of bus rapid transport schemes, Sengers and Raven (2015) explicitly added a spatial perspective to the analysis of niche developments, which had previously been identified as a weakness of the MLP particularly for innovations in the transport sector (Geels, 2012). Agency and the role of institutions constitute two more factors calling for more explicit consideration within the MLP (Geels, 2011), which will be considered in our analysis. Wilke and Bongardt (2004) emphasized the role of individual actors and actor constellations for innovations in the public transport sector in general, and Bratzel (2000) specifically highlighted their role in institutionalizing environmentally-oriented transport policy. The role of formal as well as informal institutions has also been discussed as a framing factor for innovation processes, for example by Fünfschilling and Truffer (2014) or Wirth et al. (2013).

In analysing the diffusion process of an innovation at an early and uncertain stage, the MLP "guides the analyst's attention to relevant questions and issues" (Geels, 2012, p. 474). More specifically, the MLP provides a useful heuristic tool to develop a narrative analysis of the innovation process (Geels, 2011; Whitmarsh, 2012), well suited to study the emergence of a new means of transport in urban regions, such as urban ropeways.

### 3. Methods

In order to look into the current early stages of the diffusion process of urban ropeways in Germany, and more specifically to detect the roles of specific actors involved in urban ropeway projects, we chose a rather open and explorative approach to include all relevant aspects addressed by the MLP. This is also because until today the literature base about urban ropeways is quite small and those publications that exist often focus more on technical aspects of the new transport mode. Furthermore, as urban ropeways are a rather new phenomenon not only in Germany, but as well in other parts of the world, much of the available information relates to the few existing applications and projects. At least in an indirect way, those often rely on information originating from the few ropeway manufacturers active in that market, which naturally have an economic interest in the topic.

Considering these circumstances, we conducted two series of semi-structured qualitative interviews, leaving enough room to interviewees to share their knowledge and experiences (Flick, 2005). We looked at what makes urban ropeways special, why they are often not considered as an option, or why projects are abandoned. In line with the requirements of the MLP, the qualitative interviews allowed tracking the interviewees' views and opinions about urban ropeways, including their general lines of reasoning as well as concrete arguments. Our guiding research questions were as follows:

### III. Flying high in urban ropeways?

- What obstacles have impeded or do still impede the diffusion of urban ropeways at the level of the technological niche, the public transport regime, or the socio-technical landscape?
- What drivers have supported or do support the diffusion of urban ropeways at the level of the technological niche, the public transport regime, or the socio-technical landscape?

Beyond these generic questions guiding the explorative analysis, a number of more concrete questions were considered regarding potential obstacles. These questions were based on findings from existing literature (cf. Bratzel, 2000; Karl, 2014; Wilke & Bongardt, 2004) and results described by Puhe and Reichenbach (2014), presenting a literature-based analysis of the urban ropeway projects in Koblenz and Trier. These questions directed towards niche and regime processes were as follows:

- Regarding dynamics in the public transport regime:
  - Is the diffusion of urban ropeways (in Germany) prevented by established routines of transport planners?
  - Is the diffusion of urban ropeways (in Germany) prevented by other actors in the field of public transport and their attitudes towards new modes of transport?
- Regarding developments in the urban ropeway niche:
  - Is the diffusion of urban ropeways (in Germany) prevented by a bad fit with actual transport needs in urban contexts?
  - Is the diffusion of urban ropeways (in Germany) prevented by the challenging architectural integration into urban landscapes?

#### 3.1. Expert interviews

In the first series of interviews, we interviewed two transport planning experts (university professors who both had previously been in contact with several urban ropeway projects), staff of one independent ropeway planning office, and representatives of the two leading ropeway manufacturers: Doppelmayr Seilbahnen GmbH (Austria) and Leitner AG (Italy). These interviews were scheduled for two hours each. Being conducted in a rather open atmosphere, they left room for the experts to point us to technical challenges as well as difficulties in political decision-making processes. This openness is an explicit characteristic of the chosen kind of expert interviews (cf. Pfadenhauer, 2009). Using the interviewees' experience from a number of urban ropeway projects, the interviews focussed on the current planning framework for urban ropeways, the roles of relevant actors (e. g. public transport operators), and issues or barriers they experienced in the projects they knew. We also asked if they perceived a change in the general perception of urban ropeways among transport professionals and what they expected in terms of future developments.

Four out of the five interviews of the first series (interviews E1–E5) were digitally recorded and transcribed for further analysis. For one of the interviews a digital recording was not authorised and the interview was instead reconstructed from memory immediately after the interview.

### 3.2. Interviews with actors in the field

For the second series of interviews, we considered local representatives of actors and institutions in cities with current or past ropeway projects. In order to select the cases, we conducted a screening of early urban ropeway ideas and more comprehensive urban ropeway projects that have been considered in German cities until today (cf. Reichenbach & Puhe, 2017). From the screening, three projects were selected for detailed analysis: Koblenz as the only German city with a modern ropeway opened in 2010 and ongoing discussions to integrate it into public transport<sup>2</sup>, Wuppertal with a currently debated project, and Cologne with an urban ropeway project abandoned in 2010. The main characteristics of the three cases are illustrated in Tab. III-1.

The different project stages and the different outcomes in the three selected cities allowed addressing a broader range of aspects (challenges, drivers, etc.) with regard to the research questions outlined above. For each of the three cities, interviewees were selected in consideration of the specific case, ensuring that the perspectives of the most relevant actors and decision-makers involved in that case were reflected, particularly representatives of city administrations, public transport operators or associations, or politicians. Clear proponents of the respective urban ropeway projects were included as well as incumbent actors from the existing public transport regime involved in the planning processes concerning the ropeway, but not all of the mentioned categories could usefully be included in the analysis in every city. For example, the project in Wuppertal was at an early stage where politicians still refrained from clearly positioning themselves while other actors from the city were still studying the potential for the urban ropeway; hence, no political actor was included in that case. Moreover, the responsibility of transport operators or associations for transport planning varies between the cities, requiring the interviewees to be appropriately selected. However, in interviewing two to four persons per case (nine interviews in total), we were able to trace back the discussions and decision-making processes around the ropeway projects, and the ongoing debate about public transport integration in Koblenz, respectively.

The semi-structured interviews were scheduled for one hour each. With a stricter structuration compared to the first interview series, the second series focussed on the interviewees' first reactions to the urban ropeway idea (retrospectively), reasons to support or reject the idea, their personal roles in relation to the project, changes in their attitudes over the course of the projects, and their views towards requirements and obstacles for the project. At the end of each interview, a reflexive element was added to validate our perception of the most relevant issues and arguments mentioned by the interviewee during the interview as well as the arguments' relative importance. A similar

---

<sup>2</sup> In Berlin, another ropeway line has been opened in the meantime, as a part of the international gardening exhibition in 2017 (see section 4.2 for some details). There is also a number of other German cities where ropeways (or sometimes chairlifts) have been operated or are operated without integration into public transport and mostly as tourist attractions, often during gardening exhibitions or in public parks. These include a ropeway in Cologne, opened in 1957, crossing the river Rhine and linking the zoo with a park, and a ropeway in Kiel linking a department store with its car park, operated from 1974 until 1988, as prominent examples.

### III. Flying high in urban ropeways?

method is described by Flick (2005), where after a first analysis of the interview material, within 14 days after the interview, the interviewee is confronted with his or her main statements in order to correct and add to them, if needed, and to put them in a cohesive structure. For practical reasons, we used this method in a simplified form described by Nolte (2011). The reflexive element is used directly at the end of the interview and the structuration task is basically reduced to bringing the arguments in an order of relative importance. All interviews of the second series were digitally recorded and transcribed for further analysis.

In addition, publicly available material was considered for the analysis of the three cases, particularly including media coverage (particularly from local newspapers) and material from local political and administrative bodies (e.g. city council protocols and decisions).

**Tab. III-1: Main characteristics of the urban ropeway projects in Koblenz, Wuppertal, and Cologne**

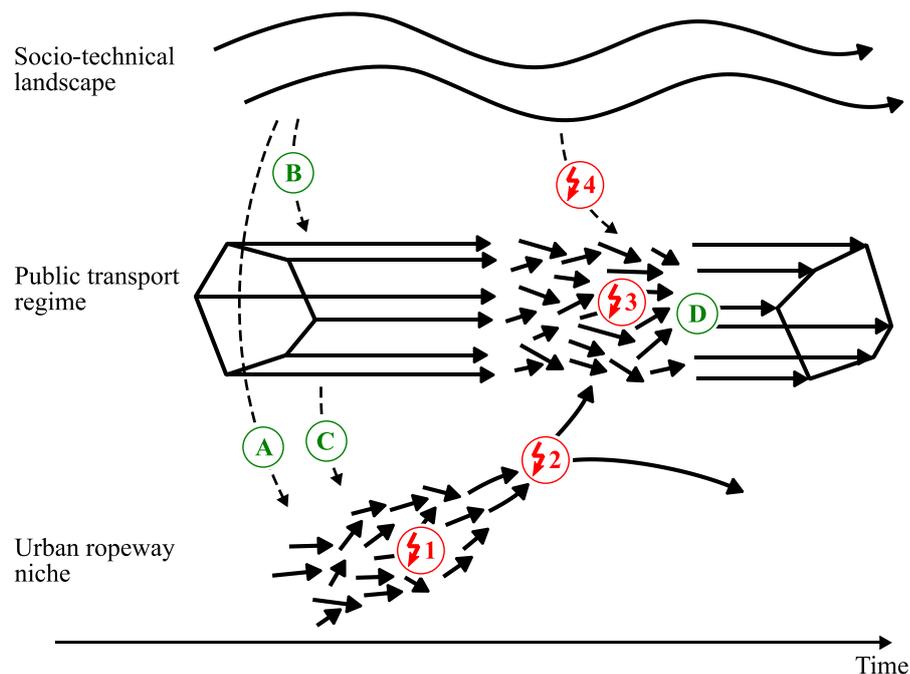
	Koblenz (113,000 inhabitants)	Wuppertal (350,000 inhabitants)	Cologne (1,061,000 inhabitants)
Route	City centre – Ehrenbreitstein fortress (crossing the river Rhine)	Central station – main university campus – Küllenhahn plateau	Central station – Messe/Deutz station (crossing the river Rhine)
Main motive	Bundesgartenschau (BUGA, gardening exhibition) in 2011	Overcrowded bus shuttles to the university campus	Overload on the railway link between the two stations and expected additional demand through their transformation into one station with two terminals
Planning period	First plans in 2006, ropeway opened in 2010	Idea raised in 2012, taken up in visioning process for the whole city; concrete plans since 2014, including technical feasibility study in 2015	Feasibility study in 2010, no follow-up with concrete plans after a first debate in the city's transport committee
Main actors	City of Koblenz, BUGA project office	WSW mobil GmbH (local public transport operator), city administration	Nahverkehr Rheinland GmbH (regional transport association), city administration
Public transport integration	Frequently raised as an idea, but until now: only reduced yearly pass price for public transport pass holders	Urban ropeway proposed as a part of public transport with full tariff integration	Urban ropeway proposed as a part of public transport with full tariff integration

### 3.3. Data analysis

In our analysis, we equally consider results from the expert interviews as well as from the interviews with actors in the three case study cities. For the latter, the interviewees' individual rankings of arguments for and against the respective projects are displayed in the appendices A to C. The additional desk research material collected regarding the three analysed cities is included in the analysis as well, triangulating between the three sources of information. In line with the purposeful choice of three cases with different characteristics, our analysis is based on the grounded data, combining all interview transcripts and desk material. Because not all relevant aspects of the general diffusion process of urban ropeways are touched by all three city cases, mainly due to their different project stages, comprehensive comparisons between the cities are not useful.

## 4. Results and Discussion

The results of our research will be discussed along the MLP diffusion model from a technological niche into the existing regime (Fig. III-2).



**Fig. III-2: Diffusion pathway for urban ropeways in Germany (based on Geels (2012), adapted)**

Challenges: (1) a small niche with inherent challenges, (2) fit with urban transport needs, (3) inertia within the public transport regime, (4) public opposition against infrastructure projects. Drivers: (A) flagship projects and event-driven ropeways, (B) landscape pressure to improve public transport, (C) active search for alternatives by the public transport regime, (D) the expected impact of future urban ropeway installations

Generally, the non-existence of a fully urban ropeway in Germany until today is a clear indicator of the current status of urban ropeways as a niche phenomenon. However, the

### III. Flying high in urban ropeways?

increasing appearance of urban ropeway ideas and projects in German cities in recent years suggests an ongoing development towards urban ropeways becoming a part of the public transport regime. Using the insights gained in the two interview series, we illustrate critical points in the diffusion process where we could identify major obstacles (section 4.1) and drivers (section 4.2) for urban ropeways in Germany. The numbers and letters in Fig. III-2 correspond with the obstacles (numbers 1 to 4) and drivers (letters A to D) discussed in the respective sections.

#### 4.1. Challenges and barriers for the diffusion of urban ropeways

Moving along the transition pathway suggested by the MLP, we identified a number of distinct obstacles for the diffusion of urban ropeways in Germany: (1) an inherently small niche restricts the room for experimentation with the new means of transport, (2) frequently, discussions arise around which purpose(s) a ropeway project should follow, particularly regarding its main orientation towards public transport or tourism, (3) established routines in transport planning and provision within the public transport regime hamper the take-up of the new transport alternative, and (4) external landscape developments lead to public opposition against transport projects in general and impede urban ropeway projects as well.

##### 4.1.1. A small niche with inherent challenges

Providing direct links and crossing topographic barriers are major advantages of ropeways, requiring only a few masts and the station buildings to be built on ground. At the same time, these technical characteristics clearly restrict the potential routes of urban ropeways. Only slight turns are possible at masts, and only recently systems are proposed that combine classical ropeway technology with a rail-guided approach for dense urban contexts (cf. Kairos gGmbH, 2016). However, such innovations remain technical challenges, complicating the otherwise rather simple layout of ropeway installations – and making them more expensive.

The restricted route of ropeway lines is a cause of trouble particularly when it comes to crossing private property. In principle, as a representative of a ropeway manufacturer put it, in Germany one owns the sky above his or her land – which is not the case in all countries. For ropeway projects, this complicates agreements with land owners or requires compensating payments. In Wuppertal, both interviewees mentioned legal obstacles and the protest of private property owners as a significant obstacle for the ongoing project; and seeking to reduce interference with private property is also more generally seen as an important factor in weighing arguments during project approval (cf. Stennecken & Neumann, 2016). Experts are well aware of this restriction which makes reducing the range of potential conflicts a key element in the planning process:

*„Dieses Argument darf man nicht klein reden. Wenn man eine Seilbahn erfolgreich umsetzen will, muss man sehen, dass man Trassen findet, wo man diesen Aspekt minimiert.“*

[This argument must not be played down. If you want to successfully implement a ropeway you need to seek routes where this aspect is minimized.] (*interview E5*)

In a similar line, in two of the analysed ropeway projects (Koblenz and Cologne) specific issues were brought up regarding monument conservation. The location of the ropeway in Koblenz belongs to the world heritage site 'Upper Middle Rhine Valley' and the ropeway project meant complex discussions with the respective UNESCO body. These initially resulted in an operating license restricted until the year after the gardening exhibition that has in the meantime been extended until 2026 (cf. Puhe & Reichenbach, 2014). In Cologne, a potential conflict was seen with the famous views of the Cathedral and the Hohenzollern Bridge, which was a prominent argument mentioned by the interviewees in Cologne. While opposition against the new and different look of urban ropeways in the urban landscape could partly be seen as a landscape influence as well (see section 4.1.4), the very fact of utilising the 'sky' and flying above ground actually is an objective difference to conventional means of urban public transport. The issue of potential visual interferences is therefore a specific characteristic of the urban ropeway niche.

Operating a ropeway as part of public transport is also inherently a technical challenge. Daily and yearly operating times are significantly longer compared with touristic installations. While naturally increasing wear and tear, this more specifically reduces the available time slots for inspections and repair work. Whilst it is possible to shut down touristic ropeways even for several weeks during the year, urban ropeways always require suitable replacement services.

Existing staff requirements are another issue. While it is only a minor problem that in times of small transport demand still many cabins remain in service (because of the very energy-efficient operation), in these times a challenge arises from the requirement of constant presence of one staff member per station and, additionally, one operations manager. Taking a potential shuttle service as an example, delivered by an urban ropeway line with two stations (e.g. providing access to a commuter railway line), such a service would require three staff members throughout the operating hours of the line. In contrast, a bus line delivering a similar service may have varying timetable frequencies throughout the day requiring fewer staff, potentially down to a minimum of only one bus driver during night times. Given the importance of wages in overall operating costs in the public transport sector, even a few hours of more expensive operation of the ropeway may create an important barrier. An improvement in this area with more automated operation of urban ropeways seems technically viable according to manufacturers, but is not yet state of the art and would require the change of current legal regulations.

While the issues addressed in this section cover a variety of independent aspects of urban ropeways, they have in common that they illustrate the not yet fully settled character of the urban ropeway niche – still ignoring potential interferences with processes at the regime and the landscape levels. Proponents of urban ropeway technology still need to find and see where urban ropeways can actually be a useful and efficient solution compared to available alternatives, thereby more concretely defining and specifying the niche.

Moreover, and even beyond a more detailed specification of the existing niche for urban ropeways in Germany, it must be expected that this niche will remain inherently small in terms of actual applications of the technology. The technical restrictions (route layout, closely related with potential visual interferences) as well as the operational and economical restrictions (system downtimes and staff requirements) clearly restrict the

### III. Flying high in urban ropeways?

range of potential applications of urban ropeways, stressing that they are not a one-size-fits-all approach for public transport:

*„Die Seilbahn bleibt für mich ein Sonderfall. Ein sehr attraktiver Sonderfall für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, wenn es um Überwindung von Hindernissen geht. Das können Flüsse sein, das können große Eisenbahnschneisen sein, das kann Topographie sein. Und für mich ist die Seilbahn nie das Äquivalent zur Straßenbahn oder zur U-Bahn. Das geht einfach nicht. Das kann sie nicht.“*

[For me, ropeways remain an exception. A very attractive exception for point-to-point links where obstacles need to be overcome. These may be rivers, major railway lines, or topography. And for me, the ropeway is never the equivalent of the tram or the subway. That doesn't work. It cannot be an equivalent.] (*interview E5*)

Considering the next steps in the transition process towards the public transport regime, this means that no comprehensive substitute of the regime can be expected. However, there remains potential for a partial reconfiguration (cf. Geels & Schot, 2007) of the public transport regime. The respective interplay and potential conflicts of urban ropeways with dynamics at the regime level are discussed in the following sections.

#### 4.1.2. Fit with urban transport needs

Taking a look at the urban ropeway projects and early ideas from the initial screening (see section 3.2) as well as those mentioned during the expert interviews, it is not in all cases clear how the aspect of serving public transport needs was to be addressed by them. In many cases until today, the suggested ropeway projects were not initiated by transport planners or operators, instead they were brought up by other actors, for example emerging from discussions about a major event like a gardening exhibition:

*„Bisher ploppen Seilbahnprojekte immer mehr oder weniger zufallsgeneriert auf [...]: ‚Hoppla, Seilbahn wär doch was!‘“*

[Until now, ropeway projects always pop up more or less accidentally [...]: 'Oh, well, a ropeway could be nice!'] (*interview E3*)

After introducing a ropeway idea in this way, the focus is often more on the touristic value of the project – even where the function as public transport is still kept in mind as another aspect. This is not a problem in the sense that a touristic function of an urban ropeway should be totally avoided: Rather, the attractiveness of a ropeway line (for example through nice views during the ride) can be seen as positive factor of making public transport more attractive. However, our results suggest that this aspect should not take control of urban ropeway projects and their specific layout. Fulfilling public transport needs, urban ropeways need to follow more complex requirements and specifications:

*„Man kann nicht sagen, auf einen Stadtplan schauen: ‚So, da wäre eine Seilbahn ideal‘, sondern das muss natürlich auch schon gestützt sein von Anforderungsprofilen, die von den Verkehrsplanern kommen.“*

[You cannot say, look at a city map: "Now, here a ropeway would be ideal", instead this must be based on requirement profiles provided by the transport planners.] (*interview E4*)

Therefore, in order to avoid running into conflicting orientations between tourist and public transport needs, experts generally see involving local transport planners as well as public transport operators as a crucial element for the success of urban ropeway projects:

*„Der Verkehrsbetrieb muss es mitbetreiben und es muss eine gesamthafte Lösung für den ÖPNV in der jeweiligen Stadt geben. Und somit ist es auch ganz wichtig, dass der Verkehrsbetrieb, der vor Ort sitzt, da intensiv mit eingebunden wird.“*

[The public transport operator must have a hand in operating it and there must be a comprehensive public transport solution for the respective city. And therefore it is very important to intensively involve the public transport operator who is locally present.]  
(interview E1)

Among urban ropeway projects in German cities until today, this requirement has often not been properly addressed. In the case of Hamburg, an initial project of linking the centre (St. Pauli) with the musical theatres across the river Elbe and further towards Wilhelmsburg (where a gardening exhibition was planned) was confronted with opposition by Hamburg's port authority: The southern stretch of the line would have crossed parts of the port which was seen as a conflict. The plans were then restricted to the first part of the line and finally the project was dismissed in a public vote. Partly, this was because the remaining line would have rather meant an additional tourist attraction, not a public transport line. However, the most striking detail is that actors from the public transport regime were not involved: Hamburg's public transport operator and the public transport association were neither asked about the project nor actively engaged in the process – despite the initially proposed use of the ropeway as a general public transport link to Wilhelmsburg.

In Koblenz, the orientation of the ropeway towards linking two distinct parts of a gardening exhibition meant that the route and the location of stations were chosen in consideration of the gardening exhibition's needs, and also allowing easy dismantling after the event. The connection with the remaining public transport network in Koblenz is not optimal, as the lower station is only accessible with one local bus line instead of being located closer to other bus lines and the existing railway station. While the idea of integrating the ropeway into public transport is frequently raised in the city, the existing situation limits the likelihood that this may be realised in the near future. In addition, the existing arrangement with a private, profit-oriented operator leads to a major financial problem for integrating the ropeway into public transport, as the city of Koblenz would be neither able nor willing to pay the necessary financial compensations in that case. This was mentioned as the most important argument against the integration by all interviewees in Koblenz.

More generally with regard to funding, there is a debate whether public-private partnerships are good solutions for urban ropeways, as they are often proposed in such cases where a ropeway project follows more a touristic rationale. Yet, there are also cases where this is seen as a success, for example in Innsbruck where the 'Hungerburgbahn' funicular is partly touristic (specific tickets for single rides) but also part of public transport (monthly public transport passes are valid) (cf. Seeber, 2009).

With regard to needs expressed at the public transport regime level, this means that the inherently small urban ropeway niche described in the previous section must be further differentiated along the underlying rationales which the projects follow. Whereas tourism-oriented projects may well justify the installation of a ropeway system independently from public transport needs, only those projects where public transport integration is considered already in the early planning stages have a potential to contribute to the diffusion process of urban ropeways. Those projects have a share in the partial reconfiguration of the public

### III. Flying high in urban ropeways?

transport regime, eventually resulting in a take-up by the regime as one option in public transport.

#### 4.1.3. Inertia within the public transport regime

Incumbent actors in the German public transport regime are not experienced with ropeways. While this may sound trivial, it leads to a number of problems. Starting with education and training, engineers do generally not learn a lot about ropeway technology. For example, road or track construction build extensive chapters in civil engineering curricula; in contrast, ropeway technology and planning is a specialist topic and only little literature is available. Most transport planning offices as a whole have little knowledge about ropeways and ropeway planning is left to specialised offices that follow their own specific routines.

Despite the many ropeway installations worldwide, the lack of urban ropeways operating under conditions comparable to German public transport systems complicates comparisons of different potential ropeway solutions with alternative public transport investments. This is expressed by missing reference values and unsuitable templates, particularly the 'standardisierte Bewertung' (important assessment method in German transport planning, based on cost-benefit ratios) which is not designed to allow for ropeways. Even if (during early stages of a planning process) ropeway ideas are circulated, these may therefore be ignored in further planning steps because a profound analysis of the option does not seem feasible. This constitutes a chicken-and-egg problem where the necessary experiences cannot be gained and uncertainty regarding the outcomes of a proposed urban ropeway, particularly regarding its economic viability, causes actors to refrain from such projects. Furthermore, some concrete scepticism against urban ropeway technology has earlier been found among public transport operators. For example, in Trier an urban ropeway line was discussed for many years as an alternative to the extensive bus services connecting the city centre and the train station with the university campus, but the local public transport operator was quite resistant to this option, refusing to add a new technical system to the city (cf. Puhe & Reichenbach, 2014). Similar experiences with public transport operators opposing the addition of a system different to the existing bus or tram facilities were reported in the expert interviews:

*„Wie ist die Einstellung des Verkehrsbetriebs dazu, sich eine neue Anlagentechnik anzuschaffen? Manche sagen: ‚Um Gottes Willen, wir fahren seitdem es uns gibt immer nur den gleichen Bus, da kommt was anderes überhaupt nicht in Frage.‘“*

[What is the attitude of the transport operator towards acquiring a new type of technical installations? Some say: “My god, we are running the same bus since we exist, so something different is out of the question.”] (*interview E1*)

Yet, in other cases a great openness towards the potential of urban ropeways could be identified. In Koblenz the idea of integrating the ropeway into public transport is still kept as a long-term vision, with interviewees attributing a significant modal shift potential to the ropeway – and despite the concrete challenges discussed in section 4.1.2. In Wuppertal, the ropeway project is also seen positively by the local public transport operator, while not forgetting the challenges arising from the necessary reorganisation of the bus network. The Cologne example is particularly interesting in this regard because the feasibility study was

explicitly initiated by the city's and the region's public transport planning bodies, and thus by actors from within the public transport regime (see section 4.2.3). However, within the specific context of Cologne's project, the ropeway was soon seen as a rather complicated project that would consume lots of time and effort. Other public transport investment projects seemed more pressing at the time, resulting in the proposed ropeway being dropped. Still, both Wuppertal and Cologne illustrate a more general observation by one expert that there is an increasing openness towards urban ropeways within the regime:

*„Wenn wir dieselbe Frage, die wir hier heute diskutieren, vor 15 Jahren diskutiert hätten – wir hätten es gar nicht diskutiert, und wenn wir es diskutiert hätten, wären wir absolute Außenseiter gewesen. Und das ist jetzt nicht mehr so.“*

[If 15 years ago we had discussed the same question that we are discussing here today – we would not have discussed it at all, and if we had discussed it, we would have been absolute outsiders. And this is not the case anymore.] (*interview E5*)

According to this interview, this is also the merit of the strong engagement of a few early proponents of urban ropeways in Germany who raised awareness for this niche (particularly H. Monheim, cf. Monheim et al., 2010).

Still, ropeway manufacturers report a need to communicate the general technical possibilities of ropeways in the first place, including the variability of possible layouts. The urban public transport sector is a new market for them, and planning processes as well as the many involved actors are also new to them. For example, manufacturers still need to explain that step-free access – with accessibility being an increasingly important issue in public transport provision – can in principle easily be guaranteed by the technical design of urban ropeways. Clearly, the new context in the public transport regime (as opposed to experiences from other socio-technical regimes like the winter tourism business) is challenging the ropeway manufacturers' views and routines as well. The specific requirements of project appraisal and funding procedures require reference values, cost estimates etc. – and not only is there a lack of experiences with actual urban projects, but manufacturers are also not used to provide such data to other actors. Accordingly, the learning process is not restricted to regime actors, and ropeway manufacturers themselves report a learning curve regarding technical aspects as well as planning requirements of urban ropeway projects.

Considering the inherently small niche for actual applications of urban ropeways (see above), an additional challenge arises from the expectation that there will never be a wide diffusion of urban ropeways in the sense that they would become a standard solution in public transport provision. This means that even if urban ropeways will eventually be taken up into the general repertoire of public transport options, they will persistently be a solution for a limited range of specific cases. This implies fewer experiences to be made compared to other public transport solutions, retarding the potential development of more easily applicable textbook examples of urban ropeway systems.

#### **4.1.4. Public opposition against infrastructure projects**

Talking about any kind of infrastructure project, our interviewees considered the eventual discontinuation of a specific project a rather normal thing. In order to find the best project and solutions for a city's transport problems, it seems natural to have many ideas and drop

### III. Flying high in urban ropeways?

some of them – including urban ropeway projects and projects for other means of transport. This is part of common decision-making procedures in the public transport regime:

*„Dass nach einer Machbarkeitsstudie das Projekt nicht weiter geht, ist nicht auf Seilbahnen beschränkt. Das passiert U-Bahnen und Straßenbahnen genauso.“*

[Discontinuing the project after a feasibility study is not restricted to ropeways. This happens with underground lines and tram lines as well.] (*interview E5*)

Yet, not every discontinuation of a project is based on thoroughly weighing different options and alternatives against each other: Instead, public opposition against infrastructure problems emerged as an important topic during the course of the two interview series – a topic that is generally not restricted to urban ropeways. Relating to the wider societal context of how people respond to infrastructure projects and the actors connected with them, this opposition represents an external landscape impact which can be directly controlled neither by actors inside the public transport regime nor by those in the urban ropeway niche.

Without actively suggesting the topic during the interviews or even mentioning the concrete example of ‘Stuttgart 21’<sup>3</sup>, that project and public opposition in general were mentioned by many of the experts as well as by the actors in the three case study cities. During the interviews, the view was predominant that the problem of public protest is not about concrete criticisms against proposed projects in general. These are part of any project and they can be dealt with during established planning procedures of the public transport regime and as well in urban ropeway projects, ideally applying a transparent process with clear appreciation of all values concerned and with clear criteria for decision-making. Such criticism can well lead to specifically and valuably improved projects. Yet, several interviewees observe another type of protest that exists in parallel:

*„Es gibt sofort eine ganze Menge Widerstand [...], obwohl sie die Problematik gar nicht kennen, auch gar nicht wissen, ob sie betroffen sind oder nicht.“*

[There is a lot of opposition immediately [...], without knowing the problem at all, also without even knowing if they are affected or not.] (*interview E1*)

This sort of protest is described as particularly problematic because it is not accessible in discussions where planners seek to constructively optimize projects. The ‘Stuttgart 21’ example was mentioned because it was perceived as a drastic turning point in discussing infrastructure projects. In the case of Cologne, interviewees even expressed a perception that, since then, particularly local policymakers were discouraged from considering infrastructure projects at all – because of the opposition to be expected. These observations by the interviewees stress the character of the problematic sort of public opposition as an external landscape impact which is difficult to control for regime actors.

Beyond this general issue and specifically for urban ropeway projects, it even seems easier than for other infrastructure projects to bring those into trouble and to thwart them. Just slowly moving out of their niche, there is even less experience of niche actors in dealing with

---

<sup>3</sup> ‘Stuttgart 21’ is a big railway infrastructure investment project in Southern Germany which has received intense media coverage and scientific attention after significant public opposition was raised against the project, including weekly demonstrations since 2009, a public vote and lengthy lawsuits (cf. Schweizer et al., 2016).

public opposition and turning towards a constructive planning process. In this sense, public opposition against urban ropeways is not only a problem at the individual project level, but does also affect the diffusion process in general, as the already challenging take-up by regime actors (see section 4.1.3) is hampered even further.

## **4.2. Stimulating drivers for the emergence of urban ropeways**

Despite the obstacles exemplified above, we also identified drivers for the diffusion of urban ropeways in Germany: (A) big events can trigger urban ropeways or they can be built as flagship projects, and (B) a general landscape pressure to improve and extend public transport leads to (C) the engagement of actors from the public transport regime in an active search for alternative solutions. Finally, (D) expectations are voiced regarding the signalling effect of any forthcoming urban ropeway installation(s) in Germany.

### **4.2.1. Flagship projects and event-driven ropeways**

For all of the case study cities, the ropeway project is (or was planned to be) more than just a public transport investment. The rareness of urban ropeways itself gives the few projects an additional potential as an attractive flagship project, where cities can be pioneering in the introduction of an innovative means of transport. In Wuppertal, both interviewees mentioned this as one important or even the most important driver for the ongoing project. During the last decades, Wuppertal has experienced severe problems with a weak economy, high rates of unemployment, etc. The urban ropeway is seen as a visionary and courageous project, constituting a positive signal for the city's will to break this context. The project is also depicted as fitting well with Wuppertal's image as the city with the famous suspension railway – a unique speciality in the public transport sector that even made it into the city's official logo. Thus, the ropeway project is embedded in a wider narrative about the departure of the city into a more optimistic future compared to the last decades. This is illustrated by the Wuppertal 2025 discussion process bringing together the city's administration and the civil society (Stadt Wuppertal, 2014), during which the ropeway idea was taken up and turned into an actual project, listed as one of 13 'key projects' for the future development of the city.

Despite the mentioned narrative embedding the ropeway project into a wider city development discussion, there has not been a strong positioning of major political actors in the city, either supporting or opposing the proposed urban ropeway. Instead, a comprehensive civic participation process and a number of studies were initiated to identify interests and review technical, legal and economic aspects before making an informed decision about the continuation of the project.

In Cologne, the general attractiveness of a ropeway line as an argument has not been strong enough to weigh out other, negative arguments from the beginning. In consequence, the project idea, initiated by transport planners (see above), did essentially not even make it to a level where political actors would have become seriously involved with the project. Yet, while the interviewees put a main emphasis on improving the connection between the two main railway terminals of the city (see section 4.2.3), some of the involved actors were well

### III. Flying high in urban ropeways?

aware of the additional potential of the ropeway line to build an attractive new entrance to the city centre, particularly for visitors. However, this aspect was rather seen as 'nice-to-have', without being decisive for pursuing the project or not.

In a similar line of reasoning, major events can as well serve as triggers for the implementation of urban ropeway projects: Events like gardening exhibitions (see the case of Koblenz) or other major exhibitions like world fairs attract significant numbers of visitors during a given period of time (e.g. a few months), and usually the provision of additional transport capacities is necessary. Such conditions provide a protected environment where the investment in 'conventional' means of transport (e.g. extended road capacities, express busses, or trams) seems unaffordable or undesired, given high costs and long-lasting burdens. If the remaining context regarding the topographical setting or the required transport capacities are suitable, this protected environment can form a specific niche where ropeways are a viable solution: Low investment costs and the potential of fast connections between a small number of given locations can become effective, and at the same time it is not necessary to immediately implement a full-scale public transport project with all its consequences – leaving that option open for later stages.

Furthermore, the case of Koblenz illustrates a different role of political leadership compared to the two other cities – as an important driver of the ropeway project. The city's mayor was an early proponent of the ropeway link, engaging in discussions to solve the potential conflict with the world heritage status of the project site (see section 4.1.1) and later taking up the citizenship's desire to keep the ropeway running after the gardening exhibition and contributing to the extension of the operating license. The success of the ropeway in Koblenz – mostly as a tourist attraction – is also related to the narrative of the ropeway being a major factor in making Koblenz a more attractive tourism destination. As an attraction in its own right and through the link it provides it is said to have significantly contributed to making Koblenz worth an overnight stay.

From the ropeway manufacturers' perspective the niche of event-triggered ropeways provides interesting opportunities to demonstrate the technical capabilities of ropeway installations in an urban context. Experts agree that the ropeway in Koblenz has already been very important to showcase the (technical) strengths of urban ropeways:

*„Du kannst mit Koblenz viel zeigen was die Leistungsfähigkeit angeht. Ich sag mal Betriebssicherheit, die ganzen Lärmfragen kann man an Koblenz verdeutlichen.“*

[With Koblenz you can show a lot regarding the service performance. I would say, with Koblenz you can illustrate the operational reliability, all the questions about noise.]  
(interview E3)

Similarly, a ropeway will be opened in Berlin in 2017, linking the area of another international gardening exhibition to the existing public transport network – providing an opportunity to make ropeway technology visible in a major European city. In both cities, the showcasing effect has been the reason for the manufacturers (Doppelmayr in Koblenz and Leitner in Berlin) to financially engage differently than they are used to from projects in other markets: Instead of only selling their technology (cabins, masts, stations, etc.), they act as investors, obtain concessions, and engage in the operation of the actual ropeways – including the carrying of financial risks during the operation. Manufacturers clearly express that this is not their long-term strategy and that the production of ropeways is their key

competence – but in order to promote the niche development they (temporarily) accept assuming this additional role.

Both flagship projects and event-driven ropeway projects have in common that one important or even the most important trigger comes from the socio-technical landscape – relating to the specific context in the respective cities – and not from within the public transport regime. From the experts' perspectives, using such specific niches is seen as a viable option to introduce urban ropeways and open up room for experimentation with the new means of transport. This is closely related to the inherently small character of the urban ropeway niche (see section 4.1.1), looking for applications where at least some of the prerequisites for the successful implementation of an urban ropeway are present. However, the expert views as well as the results from the interviews with local actors indicate a significant challenge regarding this approach: From the outset of the respective project, the long-term option of integrating the ropeway line into the respective city's public transport system must be explicitly considered. Otherwise, the approach clearly bears a risk to run into regime resistances and a bad fit with actual transport needs after the event – which can be learned particularly from the still missing public transport integration in the case of Koblenz (see section 4.1.2).

#### **4.2.2. Landscape pressure to improve public transport**

Aside from the niche developments around urban ropeways, the German public transport regime as a whole is under pressure from various sides. This was not specifically discussed in the interviews – which explicitly focussed on urban ropeways – but it is still an important factor for understanding the views and perceptions of the various regime actors' roles, and the various challenges are also discussed in existing literature. A first challenge arises in economic terms, where public transport operation is regularly confronted with a need to optimize cost efficiency, taking into account the strong subsidization of public transport services (cf. Veeneman et al., 2015). For example, this is linked to an extensive debate around the pros and cons of liberalization and competitive tendering (cf. van de Velde, 2014).

A second challenge relates to the role assigned to public transport as an important element of sustainable transport, reducing the transport sector's environmental footprint (cf. Silva Cruz & Katz-Gerro, 2016). This perspective includes a vision of reduced emissions from public transport operation (e.g. through increased use of electric propulsion), at the same time assigning a role to the sector in the context of the German 'Energiewende' (cf. Canzler & Wittowsky, 2016). These visions can be understood as landscape expectations directed towards the public transport regime, introducing new missions beyond the provision of transport services or at least rebalancing the relative importance of different aspects of public transport's mission.

All these developments and expectations are faced with the complex institutional setting in the German public transport regime, which has been described as rather reluctant to change (cf. Karl, 2014). However, some institutional change and innovative technological initiatives are visible, for example in transport associations teaming up with car-sharing providers to build multi-modal offers (cf. Gertz & Gertz, 2012). Across Europe, many cities experiment

### III. Flying high in urban ropeways?

with new approaches in urban transport (Di Pasquale et al., 2016), partly breaking up routines of the respective public transport regimes.

While not explicitly addressed in the interviews with local actors, the topic was touched upon in all three cities: In Koblenz, a general need is felt work on improvements of the city's public transport system – wherein the ropeway could still play a role in the mid or long term. In Wuppertal there is mostly a consensus that the current bus services linking the university to the city centre are not fully satisfying for passengers and the accessibility of the campus, and a better service is desired by some means. In Cologne, the future roles and capacities of the two central railway stations (to be potentially linked by the dropped ropeway project) were decisive in determining future strategies and measures to deliver the aspired extensions in public transport provision throughout the city and the region.

During the interviews, this landscape pressure created by the expectation of improved and extended public transport services was expressed in the form of a responsibility of the respective actors to work on improving the current public transport system. The actors' increasing openness towards change is an indicator for a partial destabilisation of the public transport regime. This induces a window of opportunity, where it becomes easier to change routines, experiment, and take up innovations. More specifically, this can also include new alternative means of transport such as urban ropeways, which is described in the following section.

#### **4.2.3. Active search for alternatives by the public transport regime**

At the public transport regime level, the landscape pressure described in section 4.2.2 translates into a partial breakup of the regime's internal structuration. In trying to react to new requirements and expectations, regime actors leave established pathways and step out of past routines like standardized planning procedures. Moreover, and beyond the general landscape pressure, cities and transport operators at the local level often experience a more tangible pressure to search innovative alternatives: particularly capacity bottlenecks in the existing transport network call for alternative approaches to extend public transport capacities. Under such conditions, actors from within the public transport sector themselves may take the first steps and think about the viability of urban ropeways – despite the many challenges illustrated in section 4.1.

The history of Cologne's urban ropeway project illustrates this process: The need for an improved connection between the two railway stations was the trigger for the city administration and the regional public transport planning body to actively analyse and compare different technical solutions, including an urban ropeway option. Similarly, for the connection between the two cities of Mannheim and Ludwigshafen (across the river Rhine), an urban ropeway was proposed in 2016 for some years during which an arterial road will be reconstructed, leading to a temporally limited, but significant reduction in road capacity. While the ropeway itself was found unsuitable, it is noteworthy that the respective study was initiated by the regional planning body together with the regional public transport association.

In Wuppertal, the current situation on the bus lines connecting the main station with the university campus is satisfying neither for public transport users and the city as a whole nor

for the city's public transport operator. Therefore, the initial idea for the ropeway project, voiced by a local passenger federation, was quickly taken up in 2014 in a vision-making process for the city's future development. Since then, this was followed by a strong engagement of the operator in the ongoing planning process:

*„In Wuppertal [...] sind es die Stadtwerke gewesen, die die Problematik gesehen haben. [...] Da gibt's ein riesiges Engagement zu dem Thema und die haben das also auch in den letzten zwei, drei Jahren, seit wir da beteiligt sind, sehr professionell gemacht.“*

[In Wuppertal [...] it was the public utility company that saw the problem. [...] There is huge engagement regarding this topic and in the last two, three years, since we are involved, they did that very professionally.] (*interview E1*)

Compared to other transport infrastructure projects, the city of Wuppertal makes additional efforts to close specific knowledge gaps linked to the niche character of urban ropeways (e.g. a legal assessment of crossing private property and an examination regarding the eligibility for state subsidies) – despite the economically constrained situation of the city.

Profiting from the increasing openness of some regime actors, the take-up of urban ropeways in general becomes easier – to some extent: While the technicalities of planning requirements, missing reference values, etc. (see section 4.1.3) remain, the fundamental resistance of regime actors against the new means of transport seems to lose importance. Of course this does not mean that urban ropeways would now be suggested for every possible public transport link (see the discussion of the inherently small size of the niche in terms of actual applications in section 4.1.1), but urban ropeways are more and more seen as a serious and viable option for urban public transport provision where there is a suitable context. One important element of this is the consideration of urban ropeways in early feasibility studies comparing different means of transport for a given transport problem, which is becoming more common over time. This can be observed in the case of Cologne, and it is as well seen as an important factor for the success of the ropeway project in Berlin, despite that project's current touristic character:

*„Sie haben einfach verschiedenste Verkehrsmittel gegeneinander abgewogen und haben wirklich eine Alternativenuntersuchung in allen Ebenen durchgeführt und haben aber dann auch die Argumente für die Seilbahn gehabt.“*

[They just compared a variety of means of transport with each other, analysing the alternatives at all levels, but finally they had the arguments in favour of the ropeway.] (*interview E4*)

As another concrete indicator of the loosening regime, the openness for new means of transport is illustrated by the slowly changing legal framework for urban ropeways in Germany. Ropeways are subject to the individual federal states' legislation, as is the detailed organisation of local and regional public transport, including funding regulations. Until today, some of the federal states already acknowledge ropeways as a possible means of public transport – after recent changes in the respective laws. For example, urban ropeways are eligible for public funding in Baden-Württemberg only since 2015 – while not being mentioned in the respective laws until then; in North Rhine-Westphalia, urban ropeways are eligible for public funding since 2012 – while being explicitly excluded until then (Reichenbach & Puhe, 2017). In framing the provision of public transport services and the investment into public transport infrastructures, these laws and the administrative bodies linked to them constitute important elements of the public transport regime.

### III. Flying high in urban ropeways?

The changing legal framework can as well be related to the dynamics described in section 4.2.2, as the revision of the mentioned laws is embedded in wider political agendas at the federal states' level, seeking to support the development of public transport as one element in a sustainability-oriented policy (cf. e.g. Landtag von Baden-Württemberg, 2015).

#### 4.2.4. The expected impact of future urban ropeway installations

The interviewed experts agree that any future implementation of urban ropeway projects in Germany, fully integrated with public transport, will have a significant signaling effect and speed up further diffusion within the public transport regime, with more cities to follow the pioneers. Currently, existing urban ropeway installations seem far away and they are restricted to very specific niches. Despite international best practice it is still difficult for many regime actors to imagine how urban ropeways could play a role in the sector, with realized projects until today being restricted to demonstrating the technical capabilities of urban ropeways (see section 4.2.1).

While a full integration into public transport is only at the idea stage in Koblenz as well as in Berlin, high expectations are directed towards the case of Wuppertal: That project could become a reference case, considering the project history of the local public transport operator as an important advocate of the project – a regime actor arguing for what is still a niche solution today. Building up experiences and know-how based on this and other potential projects will make any future installations easier. A further facilitation is expected from the prospects of an increased automation of ropeway installations, reducing staff requirements, as well as from continued changes in the legal framework (e.g. eligibility for public funding where this is not the case already).

Turning towards the perspective of public transport users, one interviewee explained his vision of how he imagines the future perception of urban ropeways by those – being nothing special, a means of public transport just like any other:

*„Wenn ich in ein öffentliches Verkehrsmittel einsteige, interessiert mich: Habe ich genug Platz? Ist es komfortabel? Ist es schnell genug? Und wie lange ist die Wartezeit? [...] Sitze ich weich, muss ich stehen, ist es hart, ist es kalt, ist es warm? Oder geht's nur bei schönem Wetter, bei schlechtem geht's nicht? Das ist, was der Endverbraucher will.“*

[When I get on public transport, what interests me is: Do I have enough room? Is it comfortable? Is it fast enough? And how long do I have to wait? [...] Is the seat soft, do I have to stand, is it hard, is it cold, is it warm? Or does it only work when the weather is nice, and when the weather is bad it doesn't? This is what the customer wants.]

*(interview E4)*

Putting together these views regarding future urban ropeways and user experiences, what interviewees suggest is that a re-stabilisation of the public transport regime – at least regarding the inclusion of urban ropeways as a possible means of transport – is slowly approaching. Thus, for transport professionals as well as public transport passengers, urban ropeways are expected to sooner or later become a normal option in public transport – except that the number of actual applications will not necessarily become huge (see section 4.1.1).

## 5. Conclusions

Looking for drivers and obstacles along the diffusion process of urban ropeways in Germany, our results from both the expert interviews and the three case studies show that it is not possible to define simple criteria for the suitability of urban ropeways for a given transport problem. Actually, considering the context of existing German public transport networks, the niche for urban ropeways must even be described as inherently small in terms of the potential for actual implementations of urban ropeway systems. Urban ropeways are no magic bullet with a potential to revolutionize the whole public transport sector; requirements and restrictions – but also potential benefits – are manifold.

However, the key observation providing the starting point for the analysis presented in our study is that until today even in those cases where – at first sight – the niche seems to fit, urban ropeways have not yet been realized in Germany at all. To a certain extent, this is because a number of previous projects fell short of really bringing benefits to the respective city's public transport system – resulting in ropeways in urban landscapes, but not urban ropeways according to the definition used in this article. On the other hand, established routines and actor constellations in the German public transport regime add up to some clear obstacles for urban ropeways, which in some cases prevent the consideration or implementation of urban ropeways. Our research indicates that there is untapped potential for public transport as an environmentally friendly mode of transport, as long as urban ropeways are not taken up into the repertoire of transport authorities, planners and operators – as one alternative option just like busses or trams today.

Nevertheless, progress is already visible. The increasing number of urban ropeway projects and ideas in Germany and changing regulatory frameworks are important signs of the diffusion process. For today's pioneering niche actors, the possibly biggest obstacle remains to get into a closer collaboration with other actors from the public transport regime: Prospectively, an equally profound consideration of urban ropeways is seen to allow better comparisons with alternative solutions, regarding benefits as well as negative consequences. In bringing up promising projects with benefits for all actors involved, urban ropeways may eventually become part of a more colourful regime. In this regard, the current project in Wuppertal is seen by experts as a promising case where different factors in favour of the potential urban ropeway line coincide: In particular, there is a need to improve the discussed transport link, the local transport operator is open towards the new technology, the legal framework would allow public funding, and the urban ropeway could become a flagship project signalling a positive vision for the city.

These ropeway-specific dynamics are supported by the landscape pressure regarding increased efficiency and increased modal shares of public transport. Regime actors actively search for non-standard solutions, opening up windows of opportunity where niches are discovered. With regard to urban ropeways, a number of projects initiated or advocated by regime actors as well as a changing legal framework are indicators of the ongoing process towards a partial reconfiguration of the public transport regime.

For our study, the MLP proved to be a useful tool: It delivered a structured analysis of the diffusion process of urban ropeways, looking into complex interrelations and researching an innovation which is still at an early stage. Its conceptual framework allowed to

### III. Flying high in urban ropeways?

differentiate between developments in the urban ropeway niche, stability and expanding cracks in the public transport regime, and interferences with the socio-technical landscape (cf. Geels, 2012). Regarding the field of urban ropeways, our study is pioneering in the sense that we talk less about technical issues and characteristics but instead focus on the planning processes and the institutions involved, considering the importance of individual actors in innovation processes (cf. Bratzel, 2000) as well as formal and informal institutions (cf. Fünfschilling & Truffer, 2014; Wirth et al., 2013). Yet, it must be kept in mind that all drivers and obstacles identified in our study are very sensitive to context. For example, an analysis of the South American success story of urban ropeways could deliver an entirely different picture. Being aware of that, we purposefully put a focus on the German public transport regime and urban ropeway projects in Germany. This allowed a deeper and more systematic analysis of the diffusion process as it can be observed in Germany, purposefully avoiding a distraction caused by different public transport regime contexts as well as different socio-technical landscape contexts in other countries. Incorporating this spatial aspect of regime and landscape settings is a worthwhile task for future research, comparing specifics in different regions and delivering a globally oriented analysis of the diffusion process of urban ropeways.

Specifically considering the context of the German public transport regime, the insights presented in this article may already highlight some entry points where the diffusion process of urban ropeways in Germany could be further supported – if accepting the premise that urban ropeways generally are a desirable addition to the portfolio of public transport systems. Ranging from a more detailed definition of suitable niches and concrete reference values to be fed into planning routines to detailed sharing of experiences from previous urban ropeway projects, these are subject to our ongoing research.

### Acknowledgements

This work was supported by the Ministry of Transport of Baden-Württemberg (project title “Hoch hinaus”; grant date: 18. Dec 2015). The study is partly based on the first project report of the “Hoch hinaus” project (cf. Reichenbach & Puhe, 2017).

### References

- Alshalalfah, B., Shalaby, A., Dale, S., & Othman, F. M. Y. (2012). Aerial Ropeway Transportation Systems in the Urban Environment: State of the Art. *Journal of Transportation Engineering*, 138(3), 253–262. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000330](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000330)
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, 37(3), 407–429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>
- Bocarejo, J. P., Portilla, I. J., Velásquez, J. M., Cruz, M. N., Peña, A., & Oviedo, D. R. (2014). An innovative transit system and its impact on low income users: The case of the Metrocable in Medellín. *Journal of Transport Geography*, 39, 49–61. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.06.018>
- Bratzel, S. (2000). Innovationsbedingungen umweltorientierter Verkehrspolitik. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht*, 23(1), 49–79.

- Canzler, W., & Wittowsky, D. (2016). The impact of Germany's Energiewende on the transport sector – Unsolved problems and conflicts. *Utilities Policy*, *41*, 246–251. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.02.011>
- Clément-Werny, C., & Schneider, Y. (2012). *Transport par câble aérien en milieu urbain* (Collection Références No. 125). Lyon. CERTU. <http://www.certu-catalogue.fr/transport-par-cable-aerien-en-milieu-urbain.html>
- Di Pasquale, G., Santos, A. S. d., Leal, A. G., & Tozzi, M. (2016). Innovative Public Transport in Europe, Asia and Latin America: A Survey of Recent Implementations. *Transportation Research Procedia*, *14*, 3284–3293. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.276>
- Doppelmayr (2015). Größtes urbanes Seilbahnnetz komplett. *Internationale Seilbahn-Rundschau*(1), 18.
- Flick, U. (2005). *Qualitative Sozialforschung: Eine Einführung* (3 Aufl.). Rowohlt Taschenbuch.
- Fünfschilling, L., & Truffer, B. (2014). The structuration of socio-technical regimes—Conceptual foundations from institutional theory. *Research Policy*, *43*(4), 772–791. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.010>
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, *31*(8-9), 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, *1*(1), 24–40. <https://doi.org/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. *Journal of Transport Geography*, *24*, 471–482. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>
- Geels, F. W., Kemp, R., Dudley, G., & Lyons, G. (Eds.). (2012). *Routledge studies in sustainability transitions: Vol. 2. Automobility in transition? A socio-technical analysis of sustainable transport*. Routledge.
- Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, *36*(3), 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Gertz, C., & Gertz, E. (2012). *Vom Verkehrs- zum Mobilitätsverbund. Die Vernetzung von inter- und multimodalen Mobilitätsdienstleistungen als Chance für den ÖV. Hintergrundpapier zur Entwicklung von Mobilitätsverbänden*. Hamburg. <https://www.vdv.de/vdv-hintergrundpapier-mobilitaetsverbund.pdf?forced=true>
- Harman, R., Veeneman, W., & Harman, P. (2012). Innovation in Public Transport. In F. W. Geels, R. Kemp, G. Dudley, & G. Lyons (Eds.), *Routledge studies in sustainability transitions: Vol. 2. Automobility in transition? A socio-technical analysis of sustainable transport* (pp. 286–307). Routledge.
- Heinrichs, D., & Bernet, J. S. (2014). Public Transport and Accessibility in Informal Settlements: Aerial Cable Cars in Medellín, Colombia. *Transportation Research Procedia*, *4*, 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.11.005>
- Hekkert, M. P., & Negro, S. O. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological Forecasting and Social Change*, *76*(4), 584–594. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.04.013>
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, *74*(4), 413–432. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>
- Kairos gGmbH. (2016). *Die Wälderbahn der Zukunft. Eine leistungsfähige Verbindung zwischen dem Bregenzerwald und dem Rheintal*. <http://www.waelderbahn.at/>
- Karl, A. (2014). Strukturelle Reformblockaden im öffentlichen Verkehr – Zu den Herausforderungen von Organisation und Rechtsrahmen. In O. Schwedes (Ed.), *Öffentliche Mobilität. Perspektiven für eine nachhaltige Verkehrsentwicklung* (2nd ed., pp. 71–95). Springer Fachmedien. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-03302-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-658-03302-6_4)

### III. Flying high in urban ropeways?

- Landtag von Baden-Württemberg. (2015, September 22). *Gesetzentwurf der Landesregierung. Gesetz zur Änderung des Landesgemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes* (Drucksache 15/7416). Stuttgart. Landtag von Baden-Württemberg. [http://www.landtag-bw.de/files/live/sites/LTBW/files/dokumente/WP15/Drucksachen/7000/15\\_7416\\_D.pdf](http://www.landtag-bw.de/files/live/sites/LTBW/files/dokumente/WP15/Drucksachen/7000/15_7416_D.pdf)
- Liedl, S. (1999). *Vorlesung Seilbahntechnik*. München. Technische Universität München. <http://newsroom.doppelmayr.com/download/file/4469/>
- Monheim, H., Muschwitz, C., Auer, W., & Philippi, M. (2010). *Urbane Seilbahnen: Moderne Seilbahnsysteme eröffnen neue Wege für die Mobilität in unseren Städten*. Verkehrspraxis. KSV Kölner Stadt- und Verkehrsverlag.
- Nejez, J. (2009). Städtische Seilbahnen. *Internationale Seilbahn-Rundschau*(5), 8–13. <http://de.isr.at/fileadmin/isr.at/Media/Heft-Archiv/2009/ISR-2009-5.pdf>
- Nolte, H. (2011). Simplified Structure Laying Technique: A Motivating Interview Technique. *SSRN Electronic Journal*. <https://ssrn.com/abstract=1940402>
- Nykvist, B., & Whitmarsh, L. (2008). A multi-level analysis of sustainable mobility transitions: Niche development in the UK and Sweden. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(9), 1373–1387. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.05.006>
- Pajares, E., & Priester, R. (2015). Urbane Seilbahnen als innovative Ergänzung im ÖPNV: Potenzialabschätzung für den Einsatz in europäischen Städten. *Der Nahverkehr*(3), 44–47.
- Pfadenhauer, M. (2009). Auf gleicher Augenhöhe: Das Experteninterview – ein Gespräch zwischen Experte und Quasi-Experte. In A. Bogner, B. Littig, & W. Menz (Eds.), *Experteninterviews: Theorie, Methoden, Anwendungsfelder* (3rd ed., pp. 99–116). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Puhe, M., & Reichenbach, M. (2014). In der Nische gefangen? Seilbahnen als Ergänzung des urbanen öffentlichen Verkehrs. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 23(1), 30–38. <https://doi.org/10.14512/tatup.23.1.30>
- Reichenbach, M., & Puhe, M. (2017). *Praxis urbaner Luftseilbahnen* (KIT Scientific Working Papers No. 57). Karlsruhe. <https://doi.org/10.5445/IR/1000064581>
- Rudolph, K. A. (2009). *Anwendungsfälle und Lösungsansätze zur Realisierung urbaner Luftseilbahnprojekte im ÖPNV*. (Schriftenreihe des Instituts für Transportwirtschaft und Logistik - Verkehr 08/2009). Wien. Institut für Transportwirtschaft und Logistik, Vienna University of Economics and Business. <http://epub.wu.ac.at/872/1/document.pdf>
- Schweizer, P.-J., Renn, O., Köck, W., Bovet, J., Benighaus, C., Scheel, O., & Schröter, R. (2016). Public participation for infrastructure planning in the context of the German “Energiewende”. *Utilities Policy*, 43, 206–209. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2014.07.005>
- Sedivy, P. (2012). *Vorlesung Seilbahnbau*. Innsbruck. Universität Innsbruck. [https://web.archive.org/web/20131224095743/http://www.uibk.ac.at/eisenbahnwesen/Seilbahnbau\\_Skriptum\\_2012\\_innsbruck.pdf](https://web.archive.org/web/20131224095743/http://www.uibk.ac.at/eisenbahnwesen/Seilbahnbau_Skriptum_2012_innsbruck.pdf)
- Seeber, M. (2009). Erfolgsmodell für Seilbahnprojekte? PPP am Beispiel der Innsbrucker Nordkettenbahnen. In H. Pechlaner, M. Bachinger, & W. Holzschuher (Eds.), *Unternehmertum und Public Private Partnership: Wissenschaftliche Konzepte und praktische Erfahrungen* (pp. 373–393). Gabler / GWV Fachverlage.
- Sengers, F., & Raven, R. (2015). Toward a spatial perspective on niche development: The case of Bus Rapid Transit. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 17, 166–182. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.12.003>
- Silva Cruz, I., & Katz-Gerro, T. (2016). Urban public transport companies and strategies to promote sustainable consumption practices. *Journal of Cleaner Production*, 123, 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.007>
- Stadt Wuppertal. (2014). *Wuppertal 2025. Strategie für Wuppertal*. Stadt Wuppertal. [https://www.wuppertal.de/rathaus-buergerservice/medien/dokumente/\\_647590/Strategie\\_2025\\_Sachstandsbericht.pdf](https://www.wuppertal.de/rathaus-buergerservice/medien/dokumente/_647590/Strategie_2025_Sachstandsbericht.pdf)
- Stennecken, C., & Neumann, J. (2016). Urbane Seilbahnen als Gegenstand des Planfeststellungsrechts: Innovative Infrastruktur oder stadtplanerische Träumerei? *Die Öffentliche Verwaltung*(10), 419–428.

- van de Velde, D. (2014). Market initiative regimes in public transport in Europe: Recent developments. *Research in Transportation Economics*, 48, 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2014.09.029>
- Veeneman, W., Augustin, K., Enoch, M., Faivre d’Arcier, B., Malpezzi, S., & Wijmenga, N. (2015). Austerity in public transport in Europe: The influence of governance. *Research in Transportation Economics*, 51, 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2015.07.005>
- Weidmann, U. (2013). *Neue Verkehrssysteme für Städte im Wandel*. Vortrag in der Veranstaltungsreihe des VöV Zürich am 07.11.2013 zum Thema „Seilbahnen als urbane Verkehrsmittel?“. Zürich. [http://voev-zh.ch/files/131130\\_165650-3/13\\_11\\_07\\_Seilbahnen\\_2Fr.pdf](http://voev-zh.ch/files/131130_165650-3/13_11_07_Seilbahnen_2Fr.pdf)
- Whitmarsh, L. (2012). How useful is the Multi-Level Perspective for transport and sustainability research? *Journal of Transport Geography*, 24, 483–487. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.022>
- Wilke, G., & Bongardt, D. (2004). Akzeptanz innovativer Konzepte bei Bahn und Bus bei professionellen Akteuren: Analyse der Akteure auf nationaler und europäischer Ebene. In H. Monheim & K.-G. Schroll (Eds.), *Akzeptanz innovativer ÖPNV-Konzepte bei professionellen Akteuren* (pp. 94–185). Universität Trier.
- Wirth, S., Markard, J., Truffer, B., & Rohrer, H. (2013). Informal institutions matter: Professional culture and the development of biogas technology. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 8, 20–41. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2013.06.002>

### III. Flying high in urban ropeways?

## Appendices

The appendices show the main arguments identified during the second series of interviews with actors involved in the urban ropeway projects in Koblenz, Wuppertal, and Cologne. The order of the arguments results from the reflexive element at the end of each interview (see section 3.2).

#### App. III-A: Pros and cons regarding the integration of the Koblenz ropeway into public transport

	Koblenz: Public transport association		Koblenz: Mayor		Koblenz: Transport planning office	
	Pros	Cons	Pros	Cons	Pros	Cons
Important ↕	Public transport offer is public responsibility (also to support touristic potential)	Restricted availability (operating hours)	Potential to reduce intra-urban traffic	Extension of operating hours is expensive (staff expenses)	Promotion of alternatives to private car, overcoming hill barrier	City cannot finance the integration
	Integration useful from political economy perspective	Financial compensation required (increasing with usage)	Technical suitability	No financial leeway for new operator scheme	Increased availability	Operating expenses: money should instead be used elsewhere
	Modal shift from car to ropeway	Strict financial supervision (anticipatory obedience by city)	Operation is environmentally friendly	Critical parking situation around upper station	Stimulating the castle plateau, upgrading residential areas	Locals (monthly tickets) could also be disadvantaged
	Relieving road traffic during bridge construction works		Growing potential because of housing development	Primarily touristic function of the line		bad integration with public transport, bad fit with main demand (restricted benefit for commuters)
Less important	Integration itself would be an argument to operate beyond 2026					Conflict between parking and green space at upper station
	Tourist attraction					Unfavourable position of lower station for permanent operation

**App. III-B: (Potential) drivers and barriers regarding the realisation of the urban ropeway project in Wuppertal**

		Wuppertal: Public transport operator		Wuppertal: City's public participation unit	
		Pros	Cons	Pros	Cons
Important		External funding (if possible)	External funding (if not possible)	Visionary, courageous project as a positive signal	Legal aspects regarding residential areas
		Improved accessibility of the university campus	Legal framework (flying over private property)	Increased attractiveness (within the city and towards the outside world)	(Missing) support by the population
		Future locational advantage for university	Residential housing areas along route	Attractive public transport link	Protest in affected residential areas
		Fast public transport link	Protest in new residential area	Support by the population	Time-consuming planning procedures
		Image improvement for the whole city	Reductions in existing bus offer	Legal basis	Exact route alignment
		Marketing potential	Slow decision-making	Fitting the city with its famous existing suspension railway	Currently rather vague arguments of supporters who are partly politicians
		Environmental friendliness	Dependence on other actors' decisions	Assessment with standard tool can provide objectiveness	Effective communication with the public
		Economic viability (regarding investment & operation)	Huge coordination efforts with many actors	Project could set positive standards for public participation	Financial problems
		Positive atmosphere among involved actors (university) and wider public	Current atmosphere based more on emotions, less on facts		Early positioning of opponents with detailed arguments
		Positive political feedback	Media response		
Less important		Positive political feedback	Developing processes to work with citizens		
		Political interest in being able to implement infrastructure projects			
		Media response			

### III. Flying high in urban ropeways?

#### App. III-C: Pros and cons regarding the suspended urban ropeway project in Cologne

		Cologne: Transport planning office		Cologne: Regional public transport planning body	
		Pros	Cons	Pros	Cons
Important	↕	Good benefit/cost ratio	Conflict with cathedral (world heritage)	High availability and capacity	Political fear of infrastructure projects (influenced by other projects): public participation occupied by small groups
		High investment costs for underground alternatives	Integration at Breslauer Platz (architectural competition)	No technical barriers	Politics seek to avoid debates
Less important	↔	Contributing to development east of the river	River panorama (including bridge)	Step-free access, tariff integration, state funding possible	Diversity of relevant societal actors
		Extensibility (Deutzerfeld)	Aesthetics of integrating poles	Little land consumption	not the biggest transport problem in Cologne
Important	↕	Experience (highlight for the city)	'Mischief' for urban design	Fast realisation possible	No political mandate for feasibility study
		Technical viability	No comparable references	Fits the transport need	Time-consuming planning process compared with other projects
Less important	↔	Accessibility (step-free)	Tariff integration and rivalry with other public transport		Pretext arguments complicate discussion
		Experiences from zoo ropeway	Sufficient existing offer (only lack of information)		Time not yet right for a ropeway in Cologne
Less important	↔	Little land consumption			Complex responsibilities (region/city/railways)
		Cologne: Former head of city transport committee		Cologne: Project developer active in Deutz	
		Pros	Cons	Pros	Cons
Important	↕	General interest of the city to enhance the status of the Deutz station	Monument protection, interference with world heritage (cathedral)	Urban vision and recognition value fitting the 21 <sup>st</sup> century	Placement of ropeway stations
		Improving the link between the terminals	Requiring big cabins, otherwise lack of capacity	Time savings for trains travelling north/south	Politics need to be enthused first
Less important	↔		Upgrading Deutz station is more important, trains will then be sufficient	Attractive city entrance (flagship project)	Ropeway 'just' as a redundant transport offer
			Ropeway stations aside the railway stations	Technical viability	Tariff integration must be secured
Less important	↔		No additional revenues (also endangering existing ropeway)	Fast realisation compared to additional railway tracks	
			No political support for the project	Delivering the required capacity extension	
Less important	↔		No difference in altitude as an important driver	Additional benefit by linking Cologne trade fair	
				Continuous operation	

## IV. Struggling with inertia

# Regime barriers opposing planning and implementation of urban ropeways

Max Reichenbach, Maike Puhe

---

This section has been published as:

Reichenbach, M., & Puhe, M. (2022). Struggling with inertia: Regime barriers opposing planning and implementation of urban ropeways. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100023.  
<https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100023>

*Original publisher:* Elsevier Ltd (open access, CC-BY, <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

---

### Abstract

Urban ropeways are a novel option to extend public transport. Technically suited to a range of use cases, urban ropeways have not yet been implemented as part of a public transport solution in Germany. Rather than the technology itself, specific routines and practices of the public transport service regime have been identified as main challenges. Building on series of expert workshops conducted in 2017 (23 participants in total), we look beyond technical characteristics and study the preparedness of service regime actors regarding processes and routines as well as structural factors of inertia. Generally, we observe an increasing openness towards reflecting about integrating urban ropeways into public transport. However, misalignment is still clearly visible: First, lacking experiences with this new option at the local level imply a time-consuming need for information and clarification. Second, and more fundamentally, the suitability of established planning routines is questioned, which is critical because the dense regulatory framework existing in Germany currently requires these. We discuss the implications at the level of the service regime and the relevance of these structural mechanisms in considering technological potentials in a mobility transition more generally.

### Keywords

Urban ropeways; Public transport service regime; Public transport planning; Innovation; Inertia

## 1. Introduction

During the last decade, ropeway<sup>1</sup> technology has increasingly been suggested as one suitable option to extend urban public transport networks (Alshalalfah et al., 2014; Clément-Werny & Schneider, 2012; Monheim et al., 2010), and a number of already existing installations worldwide demonstrate the capabilities of the technology. Some inherent characteristics make urban ropeways a promising option in public transport: they can help overcome topographical or other physical barriers with a system that is associated with fewer financial resources compared to conventional public transport technologies under similar condition (e.g. tunnels or bridges needed), and they promise faster implementation.

Ropeway technology comprises different options ranging from aerial tramway systems with only one or two bigger cabins using a fixed timetable (transport capacity depending on route length and the resulting minimum trip intervals) to detachable gondola systems with varying cabin capacities and cabin headways using continuous operation (maximum transport capacity: up to 6,000 people per hour and direction) (Alshalalfah et al., 2014; Alshalalfah et al., 2012). Transport capacities can therefore be adjusted to the requirements of a specific route and are in the range of bus services or simple tram systems, but below light rail or rapid transit systems. Generally, ropeways use established technology which is extensively used in mountainous regions and at skiing destinations in particular, predominantly implying a touristic focus that comes with its own actor constellations and routines. However, there are still ongoing technological developments, particularly considering improvements for urban applications. For example, Težak et al. (2016) suggest new station layouts to further increase transport capacities, and a number of approaches consider combining conventional route sections (using carrying ropes) with complementing technologies, particularly rail-bound sections (Kairos gGmbH, 2016) or autonomous shuttle carriers (RWTH Aachen, 2020).

Urban ropeways are no silver bullet for urban transport problems or a substitute for established public transport technology. Rather, urban ropeways draw their potential from a range of situations where conventional modes regularly reach their limits (Monheim et al., 2010; Reichenbach & Puhe, 2018). Typical situations include overcoming physical barriers (hills, rivers, motorways, etc.), connecting major points of interest as well as peripheral sites to public transport nodes, relieving overcrowded routes in existing public transport, closing gaps in existing networks, or a combination of these.

Despite the technological potentials, however, even in potentially suitable situations urban ropeways are not yet routinely considered as an option in public transport planning, particularly not in Europe and, more specifically, in Germany. Urban ropeway projects have been or are still discussed in a growing number of German cities, but until now, none of these projects has been actually implemented as a fully integrated public transport service (Reichenbach & Puhe, 2018). The few ropeway installations that actually operate in German cities have a clearly identifiable touristic focus (e.g. Koblenz, Berlin), a few more recent

---

<sup>1</sup> Alternative terms with varying usage include 'cable cars', 'aerial tramways' or 'gondolas', partly referring to specific sub-types of the technology. Funicular railways are a related technology, but are not discussed in this article.

projects come with a clear public transport focus but are still at the planning stage (e.g. Bonn, Stuttgart, Munich).

As documented in a recent review by Tiessler et al. (2020), the scientific literature on urban ropeways is also still rather limited. For example, uncertainties and open questions relate to the fields of construction and operation costs (Težak et al., 2016), legal assessments and planning procedures (Stennecken & Neumann, 2016), or the integration of urban ropeways into transport demand modelling (Hofer et al., 2016; Reichenbach et al., 2017). Considerations revolving around technological aspects of urban ropeway technology must, however, be complemented by further analyses to actually deliver an understanding of the technology's innovation process as a whole. In this paper we seek to contribute to a more detailed understanding of whether and how relevant local actors responsible for the planning process struggle with the new options offered by urban ropeway technology. We address professional actors' perceptions and expectations with regard to urban ropeways as well as concrete factors of inertia in the service regime.

The relevance of this perspective lies not only in understanding the prospects for urban ropeways as an interest in itself, but also in illustrating typical challenges of the sector in dealing with innovative public transport solutions in a broader sense. Considering the rising public debate around a mobility transition (driven by considering both the transport sector's carbon footprint and local burdens of dense individual motor traffic) it is of crucial importance to understand the ability of public transport to handle the aspired network and service extensions. Trying to do so, the complex interplay of actors and routines in the mobility system calls for an integrated perspective that considers the interplay between technologies, industries, policies, user preferences, social norms, etc. (Geels, 2012). In a similar line, Docherty et al. (2018) call for special attention to the 'how' of managing the transition and to broaden perspectives beyond policy objectives and technological solutions. While technologies from sharing services to vehicle automation attract huge public attention, most experts agree that conventional public transport will remain an important backbone and should receive appropriate attention (cf. e.g. International Transport Forum [ITF], 2015, 2017) – with urban ropeways being one potential piece of the puzzle.

The consideration of complex institutional contexts is the reason for focusing on a single country. We are aware that, from a technology perspective, the most prominent international examples of urban ropeway applications relate to Southern America. The institutional setting though is not readily comparable to the German context with its specific combination of regulatory framework conditions, urban planning routines, existing public transport networks, actor constellations, etc.

### **1.1. Research goal: Understanding regime barriers for urban ropeways**

In this article, we address both professional actors' general views on urban ropeways and stabilizing factors embedded in current regime practices. We conduct our analysis along the following guiding questions:

#### IV. Struggling with inertia

- How do professional actors from the public transport service regime at the local level perceive potentials for the application of urban ropeways as a new transport option?
- Which elements of misalignment can be observed between the requirements of potential urban ropeway projects and established planning routines in the service regime?

The first question addresses professional actors' perceptions of the general proposition of urban ropeways to potentially contribute to public transport service extensions. If professional actors agree with this proposition, it is then of crucial importance to understand any structural barriers to the actual implementation of urban ropeways. The combination of these perspectives builds the ground for a discussion of misalignment challenges in the ongoing diffusion process of urban ropeways. The relation between existing misalignment, stabilizing factors, and how the involved actors deal with it (as part of a potential realignment process) is of particular interest for assessing whether the technology may actually play a future role in a more sustainable mobility system.

### 1.2. Innovation processes in the public transport service regime

In order to understand misalignment (and realignment processes) and stabilizing factors in the provision of public transport, we use the multi-level perspective as a heuristic background, focussing on the level of the socio-technical regime. Geels (2012, p. 473) refers to socio-technical regimes as sets of deeply rooted rules and routines that coordinate technologies, companies, institutions, policies, users, etc. Established institutional logics and routine choices help reproducing and stabilizing regimes, with a rather incremental potential for innovations (Fünfschilling & Truffer, 2014; Geels, 2012). Yet, with regard to the transport system, there is no single transport regime, as for example different transport modes each have their established actor networks etc.; Geels (2012) refers to automobility as the dominant regime, complemented by a number of subaltern regimes, including public transport. Van Welie et al. (2018) consider the heterogeneity of (sectoral) regimes by introducing the concept of "service regimes" which exist in parallel, characterized by "specific institutionalized combinations of technologies, user routines, and organizational forms for providing the service" (p. 260). This concept has also been applied to the transport sector, considering different transport service regimes (Schippl & Truffer, 2020). One important element in the analysis of service regimes refers to (mis-)alignment and realignment processes, considering the interplay between its different elements (including infrastructures and technologies, organisational configurations and institutions, shared understandings, user practices and needs, or business models). For example, Schippl and Truffer (2020) refer to current misalignments between established diesel technology and rising health concerns, or increasing cycling shares confronted with infrastructure deficits. Alignment is a key element both regarding the internal organisation of service regimes and regarding the fit with external developments (at the sectoral regime and landscape levels) and ongoing innovation processes (Schippl & Truffer, 2018; van Welie et al., 2018).

Regarding the German public transport service regime in particular, Monheim and Schroll (2004) as well as Karl (2014) analysed structural mechanisms that support stability and hamper innovation take-up within the service regime, particularly relating to planning

routines and existing regulatory frameworks. Scherf (2018) analysed interactions between actors from the established public transport service regime and mobility providers from other service regimes. Looking at integrated mobility cards, he presented the challenges of bringing together their different practices from still separated social worlds, and how these limit the aspired effects of integrated mobility cards.

Similarly, specific challenges at the service regime level have been identified for urban ropeways. While ropeway technology is well-established in specific service regimes outside public transport (e.g. winter tourism, see above), urban ropeways require new actors from the public transport service regime to engage with that technology. In an earlier study, we identified a number of factors specifically at the regime level affecting this process (Reichenbach & Puhe, 2018): On the one hand, established planning routines and actor constellations based on extensive experiences with established means of public transport complicate the take-up of urban ropeways, which do not fit into these routines without friction. On the other hand, actors from the public transport service regime generally experience a pressure to become more innovative, often triggered by actors from outside the service regime and considering the wider discussions about a mobility transition. This also leads service regime actors themselves to discover urban ropeways as an interesting option. Drivers and barriers do also exist at the level of the technological niche (e.g. restricted route layout or interference with urban landscapes as inherent factors limiting the urban ropeway niche, or misalignment of project ideas with public transport needs) and the socio-technical landscape (e.g. search for local flagship projects as a driver, general public opposition against major infrastructure projects as a barrier). However, the interplay of the various factors at the level of the public transport service regime seems most relevant for the discussion of the ongoing diffusion process.

While the study by Reichenbach and Puhe (2018) was based on an explorative series of expert interviews on the specifics of ropeway projects in general, the added value of the present article is the systematic approach of discussing opportunities, barriers and needs with local experts in a pre-defined setting (see section 2). This allows for a more detailed understanding of the factors sketched out above. It is also noteworthy that most recently – and after the empirical part of the present study had been conducted – a number of concrete steps towards including urban ropeways into established planning tools and procedures can be observed particularly at the federal level in Germany. We include these developments in our discussion, relating them to our direct observations.

### **1.3. Typical steps in extending public transport networks in German cities**

For understanding our subsequent analysis of how the public transport service regime deals with urban ropeways, it is important to take a very brief look at how service regime actors in Germany ‘normally’ approach service extensions and new public transport network elements.

Local transport policy is closely interrelated with aspects of urban development, environmental impacts, social cohesion, etc. in local policies (Gertz et al., 2018, p. 312). In an integrated planning approach, many local authorities therefore use transport development plans. Mostly, these plans are commissioned and then prepared by external

#### IV. Struggling with inertia

consultants in order to later build the basis for a local authority's policy measures and transport investments within a certain timeframe (Gertz et al., 2018, p. 313). Closely related to that wider framework, public transport plans are legally required, commissioned and regularly renewed by those authorities (mostly cities and counties) that are defined as responsible for organising public transport (Dziekan & Zistel, 2018; Holz-Rau et al., 2009), sometimes supported by separate public transport development plans. In these plans, weaknesses and general investment needs in the existing public transport network are identified. One important element of the different plans is ensuring that public transport delivers the desired public value defined by its function as a public service. Besides, this consideration also motivates the complex regulatory framework regarding approval and licensing procedures as well as public tendering, subsidies and service contracts in operating local public transport (Dziekan & Zistel, 2018).

Typically, when it comes to concrete infrastructure extensions and public investment – and often interlaced with the political decision-making process around the above-mentioned general plans – technical feasibility studies are done (or commissioned), followed by defining available and required financial resources and preparing for detailed engineering (Stiewe, 2006). At this stage, also other public actors beyond public transport planners are involved in order to check their interests in a project and optimize plans. One important requirement – particularly regarding the application for investment subsidies – is to prove the public value of a project, usually by means of a cost-benefit analysis. Specifically in Germany, a standardized appraisal method prescribes in detail which forms of costs and benefits need to be taken into account, and the calculation rules (e.g. factor weights) (Köhler, 2014, p. 141). Since investment subsidies depend on a positive evaluation, this standardized approach has a crucial relevance for the feasibility of a public transport project. Lastly before the actual implementation of a project, and depending on the type of the planned infrastructure, the detailed engineering phase may legally require specific procedures, including public involvement, until construction is actually permitted.

## 2. Case description and methods

Considering the general challenges for urban ropeways identified at the level of the public transport service regime, we present a case study that seeks to allow a more detailed understanding of these factors, particularly addressing the roles of involved actors. We conducted research to analyse expectations towards the new means of transport and identify challenges in the hypothetical planning process of potential urban ropeway lines in three cities in the federal state of Baden-Württemberg, Germany. The purpose of looking at concrete cities was to go one step further from a general discussion of potentials and barriers of urban ropeways or the analysis of previous plans bound to the specific contexts and factors beyond the public transport service regime in their respective cities. Instead, we used a consistent approach across the three cities to analyse potentials and restrictions, considering typical actor settings with regards to planning processes for new infrastructures in the context of the public transport service regime at the local level. At that level, consequences of the new option become more tangible and insights can be linked to the actual scope of action of the respective regime actors. Our study follows a qualitative

research approach, using expert workshops to understand different regime actors' views, patterns of argumentations and lines of thought (Alvesson & Sköldbberg, 2018).

## 2.1. City selection

For the study, we selected three different cities in Baden-Württemberg along several criteria: The analysis was restricted to this federal state in order to ensure sufficiently consistent framework conditions across all selected cities, particularly regarding actor constellations, transport planning routines, and the legal framework. In a first screening, we looked for cities where we could identify one or more of the typical situations challenging conventional public transport (see introduction) as relevant issues for local public transport planning.

We considered cities that were already engaged in actual discussions about extending their local public transport system (whether by an urban ropeway or by other means of transport), which we took as a proxy for the existence of potentially suitable challenges in the respective city's transport system. The final selection included Stuttgart, Konstanz and Heidelberg. The three cities come with different urban structures, different urban transport challenges, and different population characteristics, hence providing a combined and rich picture of potential urban ropeway use cases that allows a broad analysis of issues and arguments in experts' reasoning about urban ropeways.

*Stuttgart* (2016: 626,000 inhabitants) has got an extensive light rail system, next to regional and commuter rail. All of these are running at the limits of current capacity and service extensions are no longer easily possible. Congestion is still a huge challenge due to difficult topography in the city centre. Increasing public transport modal shares ranges high on the political agenda. A potential urban ropeway corridor had already been included as an option in the city's strategic local public transport plan (Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart GmbH [VVS], 2017). During the project, a second corridor started to be publicly discussed (Hintermayr, 2017).

*Konstanz* (2016: 83,000 inhabitants) is characterised by its location at the Rhine River, separating the often congested city centre from the almost complete rest of the city, including the university campus, with very limited bridges available. Except the railway line, the city only has a bus network. An upgrade of the city's public transport system was already debated when the project started, including tramway and urban ropeway options (Stadt Konstanz, 2017).

*Heidelberg* (2016: 158,000 inhabitants) has a tramway system, regional and commuter trains. The Neckar River separates its city centre and the railway station from its main university campus, including a hospital and other research facilities, with the university being the city's largest employer. A new tram line had long been planned for this area, but has been overruled by court (Stadt Heidelberg, 2016), with alternatives being publicly discussed during the project (Buchwald, 2017).

### **2.2. Expert workshops**

In each of the three selected cities, an expert workshop was conducted in order to explore the local potential of urban ropeways and expectations of the experts regarding hypothetical planning steps for an urban ropeway. The relevant experts invited to the workshops were selected purposefully, respecting the particularities of the three cities. They included representatives from administration (incl. transport planning, urban planning, monument conservation, and finance departments), local public transport operators and local public transport associations, as well as NGOs engaged in fostering public transport. The actual workshops were held in July 2017, with seven to eight participating experts (23 participants in total) and three members of the project team for moderation and documentation. The workshops started with a brief introduction regarding technical characteristics of urban ropeways by a member of the project team. A semi-structured approach was then chosen, starting with the identification of potential ropeway corridors in the respective city's public transport system by the group. Further questions addressed potential effects on the residents' mobility behaviour, more general effects in the respective city, as well as potential planning challenges and conditions for a successful urban ropeway project. That way the experts' perspectives, closely linked to their locally established working routines, served to distil a coherent problem structuring of potential urban ropeways, respecting the variety of the respective contexts.

### **2.3. Analytical approach**

Each workshop was digitally recorded and transcribed. The structure laid out by the guiding questions (see above) served as a first starting point for the qualitative analysis. Categories were then iteratively enriched and restructured while working through the transcripts and interpreting the course of the discussions (cf. Silverman, 2020), using MAXQDA 2018 data analysis software to support the analytical process. Arguments were systematically collected in order to understand the participants' reasoning about urban ropeways in their cities and more generally. We paid particular attention to any aspects of existing service regime misalignment or ongoing and completed realignment processes as perceived by the participating experts. We looked at whether statements related to the respective local situation and the roles of specific actors or whether general developments and framework conditions at the level of the public transport service regime were addressed. Moreover, a distinction could be made between the general perception of ropeway technology and its suitability for urban transport purposes vs. considerations regarding the concrete steps and issues in planning and implementing potential urban ropeway projects, helping to understand the relevance of the identified issues. In the results section, translated quotes from the workshop discussions serve to illustrate the identified key arguments around which the discussions evolved.

### 3. Results

In the following sections, potential urban ropeway use cases in the three case study cities, challenges of integrating those into public transport, potential impacts on urban development as well as expectations regarding hypothetical planning steps are presented.

#### 3.1. Use cases for urban ropeways

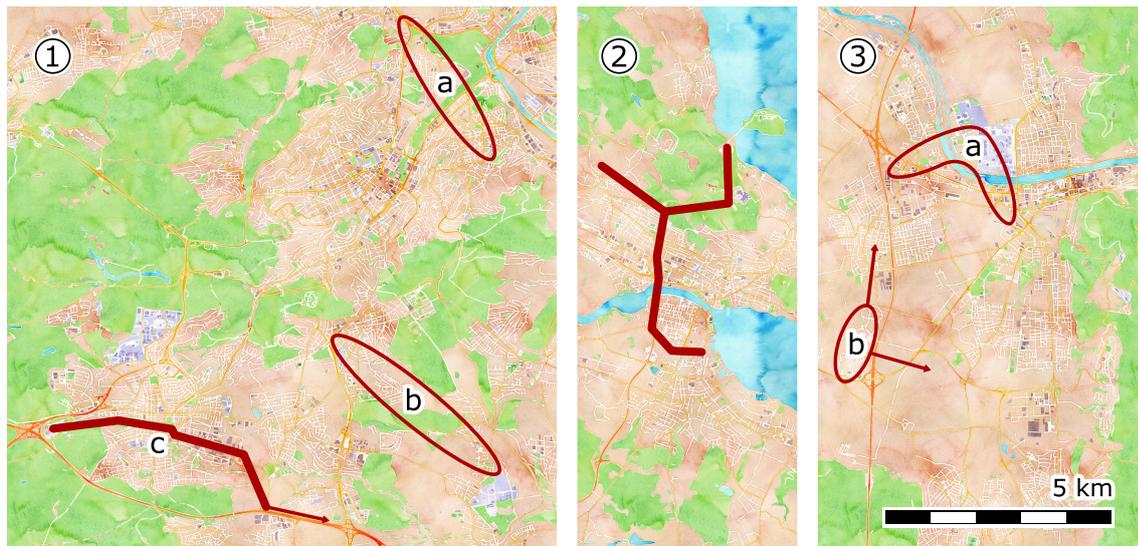
In all of the three workshops, participants were generally rather open towards introducing urban ropeways as an alternative means of transport. This was despite the fact that some of them had initially perceived the urban ropeways as a weird idea, a technology that had its place in the mountains and at tourist attractions. Yet, particularly when hearing about or dealing with the first urban ropeway ideas in the three cities, the experts had come to view urban ropeways as an option that at least deserves a detailed analysis of its potentials. This was despite the many challenges, for example regarding restricted route layout and integration into urban landscapes, that were seen as obstacles and that were also discussed in detail later during the workshops. In a number of statements, this general openness was related to a wider discussion that public transport needs to be aware of ongoing innovations and also societal developments that lead to a pressure on the sector to leave beaten tracks and provide new answers to increasing challenges.

A major advantage of urban ropeways was seen in overcoming problems with limited street space at ground level, in particular where current bus lines reach their capacity limits, where bus intervals can no more be increased or buses get stuck in traffic. In line with existing literature on urban ropeways (see above), a number of typical potential use cases were discussed by the workshop participants (Tab. IV-1). Along with this, a number of potential urban ropeway corridors was identified in each of the three cities (Fig. IV-1), which then served as the basis for the subsequent detailed discussions.

**Tab. IV-1: Typical potentials and challenges of urban ropeways mentioned during the expert workshops**

Potentials	Challenges
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corridors where topographical barriers complicate conventional public transport extensions</li> <li>• Improving access to areas undersupplied with public transport</li> <li>• Providing access to new housing or business areas</li> <li>• Connecting university campuses or similar major facilities with high transport demand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combination with ‘park and ride’ facilities is challenging when creating an unattractive transfer close to the final destination</li> <li>• Finding corridors with sufficiently continuous demand throughout the day; demand should not be limited to rush hour</li> <li>• Identifying corridors where singular advantages of urban ropeways are not outdone by other advantages of conventional means of transport</li> </ul>

#### IV. Struggling with inertia



**Fig. IV-1: Overview of potential urban ropeway corridors discussed in the expert workshops**

- ① Stuttgart: a) bypass to relieve city centre, b) topographically challenging link to a district without rail access, c) connecting new housing area and industrial area to public transport hub
  - ② Konstanz: potential new backbone of local public transport network, including links to university campus and new housing area
  - ③ Heidelberg: a) improved access to university campus, b) connecting a redevelopment area (former military housing) to existing public transport
- (map tiles by [Stamen Design](#) under [CC BY 3.0](#), data by [OpenStreetMap](#) under [CC BY SA](#))

### 3.2. Integration into public transport networks

In all three cities it was clear for experts that, in order to become efficient as a part of the respective public transport system, integration crucially requires thinking about the physical points of interchange as well as about tariff integration. Besides being a requirement when applying for financial support according to federal state rules (which at the same time rules out leaving the pricing completely in the hands of a private operator), this means ensuring that the introduction of the additional means of transport does not build new barriers for passengers, which was identified as one important factor for user acceptance:

*Full integration into the public transport system [...] in all regards, both operational and regarding tariffs, is absolutely essential.*

– regional public transport association representative –

The necessary interchanges between an urban ropeway line and other means of public transport were seen as a challenge, since interchanging was generally supposed to be a factor reducing user acceptance. However, participants argued that an interchange including an urban ropeway with its small cabins at high frequency (at least for those ropeway subtypes perceived most suitable for urban applications) is something different and might actually not be perceived as problematic by passengers. Still, interchanging was supposed to remain a challenge when scheduling transfers between the continuous passenger flow of a ropeway line and the typically discontinuous timetables of buses, trams, or trains. A related challenge was seen in providing sufficient capacity for peak demand, given the fixed technical equipment of a potential line.

A major advantage of urban ropeways was seen in their potential to not only provide direct links for some passengers in given corridors, but to relieve congested roads and existing public transport lines. By doing so, more passengers and other road users as well could benefit from an urban ropeway. However, a general concern related to the appropriateness of adding a new means of transport when there already is an established system of public transport lines using established technologies:

*And if we now had a ropeway or a comparable means of transport moving above the surface as the third pillar of public transport, the question would be where and how I can integrate this.*

– local administration representative (transport planning) –

Imagining potential urban ropeway passengers, experts assumed that urban ropeway lines would be a very attractive means of transport for users, not least because of being novel or even unique, and fun to ride and experience. Yet, this relates to a lack of routine with the new means of transport and the effect could therefore decrease over time. Generally, urban ropeways were seen as something for any kind of public transport user – only depending on whether the route fits with the respective trip requirements. Actually, this diversity was even seen as a requirement in order to justify a line that else would for example only be used by commuters during rush hours:

*In urban areas I need to ensure that different users can actually use the system, out of different motivations.*

– local administration representative (transport planning) –

In order to ensure attractiveness and convenience for ropeway users, a number of factors come into play that are quite similar to those of other means of public transport – and which are therefore already considered in established planning routines. Urban ropeways could offer comfortable trips and attractive travel times as well as waiting times in particular because of the continuous operation. However, it should be ensured that ticket prices are not higher than for other public transport users in the city, taking bicycles on board should similarly be possible etc., and a high availability also during adverse weather becomes a key requirement compared to tourist-oriented ropeways. Concerns related to social security when there is no staff present in each cabin, which could require specific operational measures, as well as people fearing heights. The biggest challenges were seen in the connected topics of access times, accessibility and distance between stops. Since urban ropeway stations cannot be as close as for busses or tramways, efficient interchanging points need to be designed and access and egress times should not foil otherwise attractive journey times. Ensuring accessibility, especially for persons with reduced mobility, requires considerable technical equipment at the stations, for example lifts where those must be placed above street level, as well as slowing down or stopping the cabins to allow wheelchair access etc. This was not seen as a technical problem but rather as an area requiring significant consideration and effort during planning and operation.

Combined with the introduction of any urban ropeway line, experts saw a necessity to also think about the consequences for other means of public transport and other modes of transport. In public transport, if for example an urban ropeway aims at relieving overcrowded busses, its introduction may well imply the reduction of existing services. This will negatively affect some users and require new transfers for others. Yet, reductions that are part of a stringent reorganisation of the public transport network accompanying a new

#### IV. Struggling with inertia

urban ropeway line were seen as a necessity in justifying that line, for example regarding financial viability. Regarding other modes of transport, particularly restrictions for private motor traffic (e.g. through closing roads or reducing parking lots) were discussed:

*The ropeway only helps if I can lock out the cars as well.*  
– local administration representative (transport planning) –

Being aware of the challenging nature of such proposals in public discourses, such measures would aim at reclaiming urban space to improve urban quality of life, and at providing additional incentives for the actual use of the line.

### 3.3. Urban ropeways as a driver of urban development

Considering the perceived general attractiveness of riding and experiencing urban ropeways (see above), experts could imagine those to additionally become tourist attractions in their own right and contribute to the attractiveness of the respective city as a tourist destination. This could also provoke thinking about using private investors for building and/or operation (or letting them contribute). However, such private involvement would not fit with the requirement of orienting the urban ropeway towards efficient integration into the day-to-day public transport network, according to the experts. Still, residents would benefit from a generally improved quality of life, induced by calming crowded streets through the new transport option.

Currently, with no German city already using an urban ropeway as part of its public transport network, one considerable aspect was seen in pioneering. Being a first mover regarding the new means of transport could underpin the respective city's political support for and commitment to sustainable transport, contributing to the city's reputation:

*I'd be glad if we [...] were the first to do something like this.*  
– local administration representative (mayor's office) –

In any case, the actual planning and/or implementation of an urban ropeway was expected to lead to intense discussion among citizens as well as in the local political arena. These may particularly be triggered by impacts of an urban ropeway line like disturbances of residents' privacy along the line, noise emissions, potentially reduced property values, as well as impacts on nature reserves and wildlife. The most challenging topic, however, was seen in an urban ropeway's impact on urban landscapes. Experts could not easily imagine what this impact would actually be like and how the ropeway installations would look in detail, hence questioning how a reasonable balance with the technical requirements could be achieved, particularly in historical parts of city centres and accounting for monument conservation:

*One has to ask the question about the impairment, which will not be insignificant. And then there will be a balancing decision.*  
– local administration representative (monument conservation) –

While finding a reasonable balance is a standard task in monument conservation, an urban ropeway with its visual impact 'in the sky' (above the city silhouette) was seen as a non-standard case to assess. The height of the ropeway installations as well as stations were also perceived to be critical issues, which can only partly be moderated by pleasant design. The novelty and lack of experience with urban ropeways as well as the subjectivity of assessing visual impacts contribute to the challenging nature of this topic.

### 3.4. Planning procedures for urban ropeways

Across all workshops, experts were aware of the still special character of urban ropeway projects which was assumed to affect planning processes as well. Generally, there was a perception that an urban ropeway should not be a goal in itself; rather, thorough analyses should precede the actual decision for this means of transport, checking the technical and economic feasibility as well as its fit with the respective city's actual transport needs. If such analyses showed that an urban ropeway fits best, the planning process should generally follow the standard steps in developing a public transport project, like for example inclusion in a transport development plan, technical planning, and approval, as well as civic participation.

Comparing alternatives (different ropeway layouts as well as other means of transport) was seen as a very important step of this planning process. Considering the resource-consuming planning process as well as the potential impact on the city's transport system, the responsible actors should take their time in identifying the best solution:

*I think that is the important thing: that we are now basing ourselves on criteria that enable us to decide what is the right way forward. What is economic, what makes sense in terms of transport, what is socio-economically viable? These are the issues we need to work on now.*  
– regional transport planning representative –

Analyses were seen to be required regarding various characteristics of any urban ropeway project: What is the transport capacity (per unit of time)? How can it deal with peak demand? Which route layouts with which stations are possible? Is there enough physical space available for the required installations? What are the journey times? What will be the investment cost of the actual ropeway installation and what will be the economic performance during operation? How is the availability regarding maintenance works as well as adverse weather? What about fire prevention and emergency response plans? Who will operate the ropeway? Will it be accepted by users – and by citizens in general? And how will it look like? These are all examples where local experts saw a new need for external support with ropeway-specific expertise – which for them has not been relevant in their day-to-day work until now, leaving them with a multitude of individual knowledge gaps. To some extent, however, also the general readiness of established planning routines with regard to consistently including urban ropeways was questioned (e.g. in demand modelling or cost-benefit analysis), since these instruments regularly refer to reference values gained from extensive experience with established means of public transport.

Despite the many open questions and the expected challenges when it comes to routine procedures in public transport planning, however, workshop participants appreciated two major promises of urban ropeways: reduced investment costs, compared with rail-based means of transport, and the possibility that regarding the actual technical planning and construction process urban ropeways could be realized much faster. For that matter, experts unanimously welcomed that the federal state government of Baden-Württemberg had adapted its regulation in order to provide financial sponsorship for urban ropeways similar to tramways.

Urban ropeways were seen to be not only new for transport planners, but for potential passengers and citizens as well. Combined with the generally increasing relevance of civic

#### IV. Struggling with inertia

participation (including calls for such by political actors), this requires intense engagement with citizen interests from the outset of any potential project:

*This is of course a spectacular project, because it is entirely ground-breaking. And that is why the public will probably care about it significantly more. And we will all be dealing with a subject where no one has any experience.*

– local administration representative (transport planning) –

Known issues like whom to involve and how to address also those who would potentially benefit from the new transport option add to this challenge. Considering the additional lack of experience with how urban ropeways work and look like, experts saw a need to explicitly address this in the planning process and to potentially bring in additional external support.

### 3.5. Openness vs. uncertainties

As a recurrent theme, bringing together the various topics presented above, *uncertainty* can be identified in as a major workshop result. We therefore want to put a particular focus on this uncertainty and its elements.

A first considerable aspect of uncertainty relates to all kinds of minor and major knowledge gaps and open questions with regard to the technical characteristics and possibilities of urban ropeways as well as their visual impact on urban landscapes, regulative aspects, investment costs etc. Correspondingly, this applies to all kinds of involved actors, ranging from those involved in actual public transport operation to a bit more distant administrative representatives who need to be involved during specific planning stages:

*I do have a real knowledge deficit for some topics, where I don't know what it's like at all.*

– local public transport operator representative –

---

*You're pretty much fishing in murky waters. I feel a great uncertainty for my part, I can't judge it correctly. I'm still putting a big question mark behind it, but I think it's good that the city is working on it in a well-founded and open-ended way.*

– local administration representative (monument conservation) –

However, workshop participants have taken the filling of these knowledge gaps as their task, and the open questions generally relate to issues that can be addressed by additional studies, consulting ropeway experts etc., and participants could actually see progress:

*My learning curve then went steeply upwards.*

–regional public transport association representative –

Therefore, in accepting the challenge (as opposed e.g. to denying the viability or general suitability of urban ropeways), urban ropeways can be read as generally accepted by the public transport service regime, i.e. regarding its perception as a serious transport alternative. This alone is a noteworthy difference to earlier years of the diffusion process when a general scepticism regarding the suitability of the technology for urban public transport prevailed.

However, specific knowledge gaps of the mentioned kinds are a typical issue in diffusion processes, and as such they are neither a fundamental problem (since they may easily be overcome through expert advice and increasing experience) nor a specific challenge for urban ropeways (since other innovations confront local planners with similar knowledge

gaps). In a second, more serious perspective, though, uncertainties voiced during the workshops relate to the capability of established planning procedures to handle urban ropeway projects in the first place. The unavailability of empirically validated reference values complicates certain planning procedures, reduces their reliability, or even inhibits their application:

*I believe that even an expert today cannot really assess the effects of such a ropeway for urban purposes, because nothing has really been realized anywhere yet.*

– regional public transport association representative –

Moreover, experts argue that certain established planning procedures systematically cannot deal with the characteristics of urban ropeways such as their continuous operation, thereby inhibiting sound comparisons which would in turn be an important factor in arguing for an urban ropeway. Experts saw that for urban ropeways some aspects may become arguments in favour or against a certain line which are currently not reflected in planning routines at all. As a consequence, a certain degree of misalignment of urban ropeways with the existing public transport service regime remains. Still, this is not necessarily specific for urban ropeways. Rather, core regime actors themselves have identified some of the respective planning procedures as generally problematic and not fit for innovation, calling for an adapted regulation (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen [VDV], 2018). It is thus the specific context of the dense regulatory framework in the German public transport service regime which lets this general challenge become a major barrier for the take-up of new and/or innovative solutions.

Yet, this does not imply that the complex regulatory frameworks and standardized approaches are useless obstacles that should just be eliminated. Experts acknowledged that these follow important rationales, particularly in providing procedures that ensure meeting the goals of an integrated public transport system and the efficient use of public money. Rather, the challenges identified show that the current planning system is not well prepared to use technological progress and service innovations in the pace that service regime actors themselves see as becoming a necessity.

At this point, the relations of service regime actors with actors both in the sectoral regime (particularly regulators) and in the socio-technical landscape (particularly political actors at the local level) come into play. On the one hand, with something innovative like an urban ropeway, the planning process may uncover regulatory need for action (see above). On the other hand, political actors may actually trigger debates about introducing the new means of transport and political decisions – as well as citizen sentiments and public discourse may critically influence the course of such a project. Experts also voiced an expectation that an urban ropeway project could play an important role as a milestone for urban development. But despite that, most experts did not see too much emotion in their work, focussing instead on their respective tasks to provide a sound basis for decision-making and accepting that the actual decision will ultimately be in the hands of political actors:

*It's actually still passionless for me. I am in favour of a means of transport with which we can handle our traffic, because that is where I see my responsibility.*

– local administration representative (building department) –

#### IV. Struggling with inertia

Though, a general openness towards considering urban ropeways as a serious option was voiced several times during the workshops.<sup>2</sup> This openness must be read as an important factor in allowing the required realignment processes also through action from within the established public transport regime:

*I believe that this is a very important issue: openness to innovation, openness to different patterns of mobility among different people and not being strictly in one's own line.*  
– local public transport operator representative –

This comes in addition to the developments at the niche and socio-technical landscape levels (cf. Reichenbach & Puhe, 2018). In turn, experts sometimes wish they received more political support also when they are actually implementing measures and projects, in a state of projects when they also experience opposition from affected residents etc. However, the representatives of the public transport service regime involved in the workshops have accepted the challenging realignment process.

## 4. Discussion

Our results highlight different kinds of knowledge deficits and uncertainties as crucial barriers opposing the planning and implementation of urban ropeways. Considering our analytical lens, we can differentiate these issues by their relevance for the general diffusion process of urban ropeways, ranging from simple, case-specific questions to systematic challenges at the level of the service regime (Fig. IV-2).

First, we have documented a general appreciation of the technological potentials of urban ropeways by local public transport actors, whether or not that option may fit with the requirements of their specific issues in their local transport systems. There may thus be open questions, but no general misalignment can be observed. When it comes to imagining detailed planning steps of any potential project, individual actors' knowledge gaps become more manifest and increase the efforts needed to overcome them, particularly when compared to established means of public transport. For example, additional external expertise may be required that needs to be paid for (e.g. commissioning reports). The same holds true for balancing out transport needs with, for example, urban development and monument conservation. Similarly, and bringing the wider service regime framework into consideration, some legislation etc. has already been updated to cover urban ropeways, but some gaps remain and urban ropeways are not yet covered at the same level of detail (e.g. adding or altering assessment criteria). However, barriers become more fundamental when envisioning concrete planning procedures: While filling knowledge gaps during a diffusion process is a typical step, the dense regulatory framework, since it is partly built around existing reference values (particularly in project appraisal), complicates entering that learning process in the first place, when knowledge deficits still exist. Only through the specific arrangements in the service regime, this mechanism gets its chicken-and-egg problem nature. This is where misalignment between urban ropeways and the public

---

<sup>2</sup> The discussion dynamics during the workshops may have contributed to this consistent tune. However, the open atmosphere (incl. space for controversial views) and participants' repeated references to earlier skeptical reactions give us confidence in trusting our observation.

transport service regime is most clearly visible. Moreover, those setting and developing further the regulatory framework (thereby potentially reducing misalignment and inertia more generally) do not coincide with those confronted with inertia in their local planning practice. From a local perspective and considering again the identified general openness, this further adds to the issue, since local actors – apparently bound to available planning tools – do not see themselves in a position to challenge the general framework.

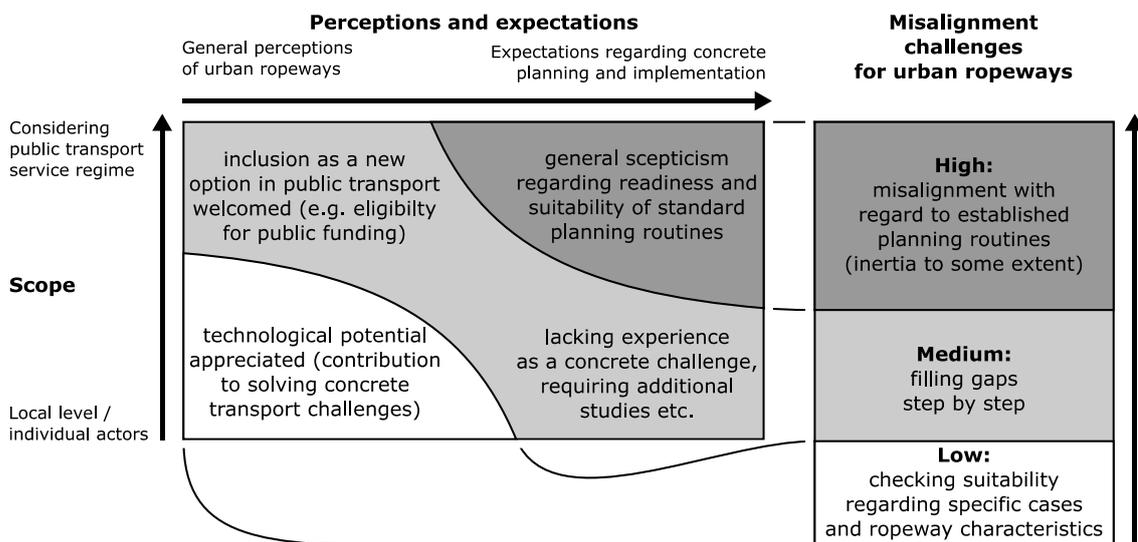


Fig. IV-2: Misalignment challenges for urban ropeways (own figure)

Recent developments beyond the expert workshops and our study indicate that the service regime itself also acknowledges the identified challenges, as also indicated in the introduction. Most prominently, a federal law guiding financial support for transport investments has been changed (as a result from the parliamentary process) to include urban ropeways as a public transport option. The Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure invited a working group on urban ropeways that is also continued under the 2021 government, and urban ropeway characteristics are expected to be considered in an ongoing revision of the standard cost-benefit analysis tool. Two publicly funded projects currently work towards providing specific guidelines and planning tools for urban ropeways. At the level of the federal states, actors are considering guidelines or provide specific financial support for cities requiring additional expertise. These developments provide concrete examples for an active step-by-step closing of existing gaps, which reduces misalignment. Altogether, this further illustrates the current realignment process working towards an integration of ropeways into the standard repertoire of public transport planning and provision. At the city level, the ongoing studies in Konstanz and Stuttgart fit our observations, as well as broad media coverage and recent urban ropeway projects from a number of other German cities (e.g. Bonn, Munich, or the Frankfurt region). Adding to our research results presented above, this underlines the re-orientation of service regime actors towards the potentials (and challenges) of new and innovative solutions where established public transport solutions do no more suffice to solve transport challenges.

#### IV. Struggling with inertia

Yet, these initiatives challenge the structural factors of inertia built into the general framework just as little, at least not systematically. At the same time, it becomes obvious that the sector needs to bring itself in a position where it becomes easier – or possible at all – to learn and use innovative approaches (incl. specific technologies) that reach out beyond conventional categories. It remains questionable whether this can be done by adding new instruments (e.g. regulatory sandboxes or the various kinds of experimentation, cf. McCrory et al., 2020), or whether putting into question the general assumptions and approaches of the regulatory framework will also be necessary (cf. Lyons & Davidson, 2016).

### 5. Conclusion

Our findings add an important lens to understanding the potential of urban ropeways to contribute to a mobility transition and more sustainable urban mobility. The technical characteristics and limitations clearly rule out urban ropeways as a silver bullet to transport problems, limiting those to cases where they can show their specific advantages compared with established modes. Our study complements this technological view with a perspective on specific challenges in planning and implementing urban ropeways in the context of the practices and routines of typical public transport service regime actors.

In a wider sense, our case study of urban ropeways also serves to illustrate the structural conditions for innovation in the public transport service regime more generally. We have used the rather clearly defined case of urban ropeways to learn about structural barriers and factors of inertia in Germany that oppose the diffusion process of the technology, how actors engage with alternatives and organise realignment, and how remaining aspects of misalignment are dealt with. Other technological developments, for example considering the still much fuzzier fields of ride-sharing, ride-pooling, or autonomous shuttles, are currently affecting and will further affect how the transport system is organised. These technologies are assumed to have a considerable potential of changing the sectoral regime as a whole, including a new balance between transport modes, user expectations, patterns of use, extensive need for regulation etc. For example, new routines for public transport network planning or public tendering may be needed, or new criteria for cost-benefit analyses may need to be developed, similar to urban ropeways, but possibly with an even more fundamental need for new methodological approaches. In many cases, the new technologies will also imply a growing multitude of involved actors, particularly considering stronger links with information and communication technology providers. These developments pose significant challenges to the public transport service regime and its future relevance. However, the different material natures of the various technological developments should also be considered. The testing of new sharing or shuttle services, for example, does not require built infrastructure to an extent comparable to urban ropeways. As a consequence, such differences also affect the ways in which technologies can be tested and how institutional learning may take place.

Altogether, the results of our study further underpin our perspective that the future of public transport is not just a technology issue. Public transport plays an important role in ensuring climate-friendly mobility and reducing negative effects of the current mobility system. It is crucial to improve our understanding of how socio-technical reconfiguration

processes in the public transport service regime take place, how it keeps pace with technological progress, and which role practices and routines as well as structural factors of inertia play in these processes. Combined with rising political and public awareness (and rising funding opportunities for cities), this perspective may provide additional scientific support for a mobility transition, particularly considering the challenges for ambitious actors at the local level who are confronted with the practical effects of structural barriers. The insights gained from our study aim at enriching that knowledge base by a small piece of the puzzle. They also provide a number of links for future research, namely regarding the transferability of our findings to the more complex reconfiguration processes to be expected as a consequence of the more far-reaching technological developments identified above.

### Acknowledgements

We would like to thank our anonymous reviewers who helped us in improving an earlier version of this paper based on their comments. Funding: This work was supported by the Ministry of Transport of Baden-Württemberg (grant date: 18. Dec 2015), with no influence on the design of the research and the preparation of the article. We acknowledge support by the Publication Fund of the Karlsruhe Institute of Technology.

### References

- Alshalalfah, B., Shalaby, A., & Dale, S. (2014). Experiences with Aerial Ropeway Transportation Systems in the Urban Environment. *Journal of Urban Planning and Development*, *140*(1), 4013001. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000158](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000158)
- Alshalalfah, B., Shalaby, A., Dale, S., & Othman, F. M. Y. (2012). Aerial Ropeway Transportation Systems in the Urban Environment: State of the Art. *Journal of Transportation Engineering*, *138*(3), 253–262. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000330](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000330)
- Alvesson, M., & Sköldberg, K. (2018). *Reflexive methodology: New vistas for qualitative research* (Third edition). SAGE.
- Buchwald, H. (2017, February 16). Schwebbahn statt Straßenbahn? Grünes Positionspapier zum Masterplan Neuenheimer Feld. *Rhein-Neckar-Zeitung*. [https://www.rnz.de/nachrichten/heidelberg\\_artikel,-Heidelberg-Schwebbahn-statt-Strassenbahn-Gruenes-Positionspapier-zum-Masterplan-Neuenheimer-Feld-\\_arid,255444.html](https://www.rnz.de/nachrichten/heidelberg_artikel,-Heidelberg-Schwebbahn-statt-Strassenbahn-Gruenes-Positionspapier-zum-Masterplan-Neuenheimer-Feld-_arid,255444.html)
- Clément-Werny, C., & Schneider, Y. (2012). *Transport par câble aérien en milieu urbain* (Collection Références No. 125). Lyon. CERTU. <http://www.certu-catalogue.fr/transport-par-cable-aerien-en-milieu-urbain.html>
- Docherty, I., Marsden, G., & Anable, J. (2018). The governance of smart mobility. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *115*, 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.09.012>
- Dzikan, K., & Zistel, M. (2018). Öffentlicher Verkehr. In O. Schwedes (Ed.), *Verkehrspolitik: Eine interdisziplinäre Einführung* (pp. 347–372). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Fünfschilling, L., & Truffer, B. (2014). The structuration of socio-technical regimes—Conceptual foundations from institutional theory. *Research Policy*, *43*(4), 772–791. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.010>
- Geels, F. W. (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions: Introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography*, *24*, 471–482. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>

#### IV. Struggling with inertia

- Gertz, C., Flämig, H., Gaffron, P., & Polzin, G. (2018). Stadtverkehr. In O. Schwedes (Ed.), *Verkehrspolitik: Eine interdisziplinäre Einführung* (pp. 293–322). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Hintermayr, S. (2017, July 10). Die Machbarkeit der Seilbahn wird geprüft. *Stuttgarter Zeitung*. <http://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.stadt-stuttgart-bewilligt-200-000-euro-die-machbarkeit-der-seilbahn-wird-geprueft.ddca329a-c498-4533-b068-1d67f0ee66e2.html>
- Hofer, K., Haberl, M., & Fellendorf, M. (2016). Estimating the demand of a cable car system as part of public transport in Graz. In Association for European Transport (Chair), *European Transport Conference*. <https://aetransport.org/past-etc-papers/conference-papers-2016>
- Holz-Rau, C., Krummheuer, F., & Günthner, S. (2009). Der Nahverkehrsplan als Instrument der kommunalen ÖPNV-Planung. In T. Bracher, K. Dziekan, J. Gies, H. Holzapfel, F. Huber, F. Kiepe, U. Reutter, K. Saary, & O. Schwedes (Eds.), *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung: Strategien, Konzepte, Maßnahmen für eine integrierte und nachhaltige Mobilität* (53. Ergänzungs-Lieferung, Kapitel 3.2.7.3). Wichmann-Fachmedien.
- International Transport Forum. (2015). *Urban Mobility System Upgrade. How shared self-driving cars could change city traffic*. International Transport Forum (ITF). [http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/15CPB\\_Self-drivingcars.pdf](http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/15CPB_Self-drivingcars.pdf)
- International Transport Forum. (2017). *Transition to shared mobility: How large cities can deliver inclusive transport services*. International Transport Forum (ITF). <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/transition-shared-mobility.pdf>
- Kairos gGmbH. (2016). *Die Wälderbahn der Zukunft. Eine leistungsfähige Verbindung zwischen dem Bregenzerwald und dem Rheintal*. <http://www.waelderbahn.at/>
- Karl, A. (2014). Strukturelle Reformblockaden im öffentlichen Verkehr – Zu den Herausforderungen von Organisation und Rechtsrahmen. In O. Schwedes (Ed.), *Öffentliche Mobilität. Perspektiven für eine nachhaltige Verkehrsentwicklung* (2nd ed., pp. 71–95). Springer Fachmedien. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-03302-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-658-03302-6_4)
- Köhler, U. (2014). *Einführung in die Verkehrsplanung: Grundlagen, Modellbildung, Verkehrsprognose, Verkehrsnetze*. Fraunhofer IRB Verlag.
- Lyons, G., & Davidson, C. (2016). Guidance for transport planning and policymaking in the face of an uncertain future. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 88, 104–116. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.03.012>
- McCrorry, G., Schöpke, N. A., Holmén, J., & Holmberg, J. (2020). Sustainability-oriented labs in real-world contexts: An exploratory review. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123202. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123202>
- Monheim, H., Muschwitz, C., Auer, W., & Philippi, M. (2010). *Urbane Seilbahnen: Moderne Seilbahnsysteme eröffnen neue Wege für die Mobilität in unseren Städten*. Verkehrspraxis. KSV Kölner Stadt- und Verkehrsverlag.
- Monheim, H., & Schroll, K.-G. (Eds.). (2004). *Akzeptanz innovativer ÖPNV-Konzepte bei professionellen Akteuren*. Universität Trier.
- Reichenbach, M., & Puhe, M. (2018). Flying high in urban ropeways? A socio-technical analysis of drivers and obstacles for urban ropeway systems in Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61(B), 339–355. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.019>
- Reichenbach, M., Puhe, M., Soylu, T., Behren, S. von, & Chlond, B. (2017). *Urbane Seilbahnen in Baden-Württemberg: Explorative Analyse von Bürgersicht, Expertenmeinungen und Planungshürden*. Projekt „Hoch hinaus in Baden-Württemberg: Machbarkeit, Chancen und Hemmnisse urbaner Luftseilbahnen in Baden-Württemberg“, Arbeitsbericht Nr. 2. Karlsruhe. Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse. <https://www.itas.kit.edu/pub/v/2017/reua17a.pdf>
- RWTH Aachen (Ed.). (2020). *upBus*. <https://www.upbus.rwth-aachen.de/index.php/home-en>
- Scherf, C. (2018). *Volle Fahrt à la carte? Mobilitätskarten als Vermittlungsversuche zwischen sozialen Welten. Blickwechsel: Schriftenreihe des Zentrum Technik und Gesellschaft der TU Berlin: Vol. 14*. Oekom; Franz Steiner Verlag.

- Schippl, J., & Truffer, B. (2018). Spatial patterns of transitions in the mobility sector: Applying the concept of service regimes and sectoral regimes to anticipate changes in urban and rural transport systems. In University of Manchester (Chair), *9<sup>th</sup> International Sustainability Transitions Conference: Reconfiguring Consumption and Production Systems*, Manchester. <http://documents.manchester.ac.uk/display.aspx?DocID=37413>
- Schippl, J., & Truffer, B. (2020). Directionality of transitions in space: Diverging trajectories of electric mobility and autonomous driving in urban and rural settlement structures. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 37, 345–360. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.10.007>
- Silverman, D. (2020). *Interpreting qualitative data* (Sixth edition). SAGE.
- Stadt Heidelberg. (2016). *Straßenbahn ins Neuenheimer Feld*. Mobilitätsnetz Heidelberg. <http://www.heidelberg.de/mobinetz,Lde/Start/Teilprojekte/Neuenheimer+Feld.html>
- Stadt Konstanz. (2017). *ÖPNV-Studien: Potentialstudie Seilbahn*. [http://www.stadt.konstanz.de/umwelt/01604/08836/index.html#sprungmarke0\\_13](http://www.stadt.konstanz.de/umwelt/01604/08836/index.html#sprungmarke0_13)
- Stennecken, C., & Neumann, J. (2016). Urbane Seilbahnen als Gegenstand des Planfeststellungsrechts: Innovative Infrastruktur oder stadtplanerische Träumerei? *Die Öffentliche Verwaltung*(10), 419–428.
- Stiewe, M. (2006). Planungsprozesse in der Verkehrsplanung: Nachhaltig zum Erfolg. In T. Bracher, K. Dziekan, J. Gies, H. Holzapfel, F. Huber, F. Kiepe, U. Reutter, K. Saary, & O. Schwedes (Eds.). *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung: Strategien, Konzepte, Maßnahmen für eine integrierte und nachhaltige Mobilität* (43. Ergänzungslieferung, Abschnitt 3.2.9.2). Wichmann-Fachmedien.
- Težak, S., Sever, D., & Lep, M. (2016). Increasing the Capacities of Cable Cars for Use in Public Transport. *Journal of Public Transportation*, 19(1), 1–16. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.19.1.1>
- Tiessler, M., Ricci, G. L., & Bogenberger, K. (2020). Urban Cableway Systems: State-of-art and analysis of the Emirates Air Line, London. In IEEE (Ed.), *2020 IEEE 23<sup>rd</sup> International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ITSC45102.2020.9294324>
- van Welie, M. J., Cherunya, P. C., Truffer, B., & Murphy, J. T. (2018). Analysing transition pathways in developing cities: The case of Nairobi's splintered sanitation regime. *Technological Forecasting and Social Change*, 137, 259–271. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.059>
- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). (2018). *VDV-Stellungnahme zum Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes*. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen. [https://www.bundestag.de/resource/blob/577060/5844a92d96c07c40755f3c1519de6dc1/026\\_sitzung\\_vdv-data.pdf](https://www.bundestag.de/resource/blob/577060/5844a92d96c07c40755f3c1519de6dc1/026_sitzung_vdv-data.pdf)
- Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart GmbH. (2017). *Nahverkehrsentwicklungsplan für die Landeshauptstadt Stuttgart: Entwurf*. Stuttgart. Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart GmbH (VVS). <https://www.domino1.stuttgart.de/web/ksd/KSDRedSystem.nsf/analgr?OpenView&Start=1&Count=100&Expand=2.9.16#2.9.16>



# V. Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr

## Diskussionspapier

Max Reichenbach

---

Dieses Kapitel wurde vorveröffentlicht als:

Reichenbach, M. (2021). *Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr: Diskussionspapier* (KIT Scientific Working Papers Nr. 164).  
<https://doi.org/10.5445/IR/1000132693>

*Erstveröffentlichung:* Karlsruher Institut für Technologie (KIT) (open access, CC BY-SA,  
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>, gültig auch für dieses Kapitel)

---

### Zusammenfassung

Mit dem automatisierten Fahren befindet sich derzeit eine Mobilitätstechnologie in der Entwicklung, deren disruptives Potential in vielfältigen Dimensionen unstrittig ist. Mit ihr werden zahlreiche Hoffnungen verbunden, zugleich werden aber auch negative Auswirkungen befürchtet. Ein wichtiger Teilbereich der Entwicklungsaktivitäten betrifft aktuell die Erprobung in praxisnahen Testfeldern. Demgegenüber entfaltet sich gesellschaftlich und politisch zunehmend die Debatte zu einer Verkehrs- und Mobilitätswende als systemische Transformation des Mobilitätssystems. Diese Debatte wird umgekehrt unterstützt durch die transdisziplinäre Auseinandersetzung mit möglichen neuen Mobilitätsangeboten in unterschiedlichen Arten von Experimentierräumen.

Ihre Schnittstelle finden beide Themenstränge insbesondere im öffentlichen Verkehr. Als angestrebtes Rückgrat der Mobilitätswende ist dieser auf die Nutzung neuer technologischer Ansätze wie Möglichkeiten zur Automatisierung dringend angewiesen, um die gewünschte Angebotsqualität und Attraktivität herzustellen. Dabei stellen sich im komplexen Akteursgefüge und im dichten regulatorischen Korsett des öffentlichen Verkehrs zahlreiche Fragen, welche die technologischen Entwicklungen und die Anforderungen eines nachhaltigeren Mobilitätssystems miteinander ins Verhältnis setzen.

Das Diskussionspapier unternimmt den Versuch, die Potentiale für die Auseinandersetzung mit diesen Fragen im Kontext von Reallaboren aufzuzeigen. Die transdisziplinäre Ausrichtung von Reallaboren erscheint für die Unterstützung des erforderlichen gesellschaftlichen Diskurses ebenso geeignet wie ihre normative Ausrichtung auf nachhaltigkeitsorientierte Beiträge, die den Anforderungen der politisch – ebenso wie die Förderung technologischer Entwicklungen – zum Ziel gesetzten Verkehrs- und Mobilitätswende gerecht wird. Diskutiert werden daher mögliche Fragestellungen, die sich für die Bearbeitung im Kontext von Reallaboren zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr eignen, um so einen Beitrag dazu zu leisten, dass das disruptive technologische Potential für die Anforderungen einer nachhaltigeren Mobilität tatsächlich gewinnbringend genutzt werden kann.

## **1. Potentiale und Herausforderungen des automatisierten Fahrens**

Das automatisierte Fahren (AF) ist eine Technologie, deren disruptives Potential weit mehr als eine rein technologische Weiterentwicklung des Automobils betrifft. Letzteres ist durchaus ein wesentlicher Aspekt, der bereits eine Vielzahl an komplexen Fragestellungen bedeutet und dem in einer Vielzahl von Projekten und von zahlreichen Akteuren große Aufmerksamkeit in der Forschung und Entwicklung geschenkt wird (Runder Tisch Automatisiertes Fahren – AG Forschung, 2015). Die heutige zentrale Rolle des Automobils im Mobilitätssystem mitsamt der vielfältigen heute identifizierten, sich daraus ergebenden Probleme und Herausforderungen bedeutet jedoch zugleich, dass eine potentiell disruptive Veränderung in diesem Bereich nicht nur die Technologie selbst betrifft. Vielmehr eröffnen sich darüber hinaus zahlreiche weitere, damit verbundene Fragestellungen und Perspektiven zahlreicher weiterer Akteure, welche die verkehrliche und gesellschaftliche Funktion und Bedeutung der nicht isoliert zu betrachtenden Technologie in den Blick nehmen. Die Probleme und negativen Auswirkungen des heutigen Mobilitätssystems u. a. hinsichtlich seiner Treibhausgasemissionen sowie der Auswirkungen auf die Umwelt und die Lebensqualität der Menschen führen dazu, dass insbesondere die Frage in den Blick gerät, wie sich die gesellschaftlichen Versprechungen des AF zu den Zielen der Verkehrswende verhalten bzw. welchen Beitrag das AF zur Erreichung derselben zu leisten vermag (Mitteregger et al., 2020; Orfeuil & Leriche, 2019; Stickler, 2020).

Die angedeuteten Diskussionen werden mit teilweise sehr unterschiedlichen Reifegraden geführt, die auch durch das bisher erreichte Stadium der Technologieentwicklung bedingt sind und es mit sich bringen, dass gegenüber sehr konkreten und kleinteiligen technischen Fragestellungen die weiteren Auswirkungen und Interaktionen mit dem Mobilitätssystem noch viel weniger präzise greifbar und die entsprechenden Diskurse wesentlich von Unsicherheitsfaktoren geprägt sind. Ein vermehrt diskutierter Ansatz, mit dieser Ungleichzeitigkeit umzugehen und die Entwicklungen und Diskurse intensiver in einen engeren gemeinsamen Dialog zu bringen, sind Reallabore. Deren Potential, die skizzierte Lücke in der bisherigen Auseinandersetzung zu möglichen Zukünften des AF zu schließen, bildet in diesem Diskussionspapier den Analyseschwerpunkt. Besonders vor dem Hintergrund der jeweiligen Betroffenheiten und möglichen zukünftigen Handlungserfordernisse liegt dabei der Fokus auf den Interessen und Ansprüchen professioneller Akteure in öffentlichen und privaten Organisationen, die mit den verschiedenen Fragestellungen im Zusammenhang stehen.

### **1.1. Wirkungsdimensionen des AF**

Zur Annäherung an mögliche Zukünfte des AF erfolgt in diesem Abschnitt zunächst eine literaturgestützte Auswertung der erwarteten Wirkungsdimensionen des AF. Dabei wurden allgemeine Studien zu Mobilitätsszukünften mit AF, Studien zu ausgewählten Teilaspekten des AF, Berichte von Kommissionen u. Ä., Studien zur Modellierung von AF, Szenariostudien und Veröffentlichungen von Beratungsunternehmen berücksichtigt. Der Aufbau des Literaturkorpus erfolgte durch Recherche in einschlägigen wissenschaftlichen Datenbanken und Literaturkatalogen, ergänzende Webrecherchen insbesondere für die

nicht klassisch wissenschaftlichen Veröffentlichungen sowie eine iterative Ergänzung um weitere Studien, die in den jeweils bis dahin berücksichtigten Studien referenziert waren (Recherchestand Mitte 2019). Die Erweiterung des Literaturkorpus wurde fortgeführt, bis in der parallel laufenden Auswertung eine Sättigung der identifizierten Wirkungsdimensionen festgestellt werden konnte. Die vollständige Literaturliste ist gesondert in Anhang A1 dargestellt.

Sämtliche einbezogenen Studien wurden darauf untersucht, welche Wirkungsdimensionen in den jeweiligen Untersuchungen, Folgenabschätzungen usw. berücksichtigt wurden. Die daraus kondensierte Liste von Wirkungsdimensionen wurde anschließend begrifflich vereinheitlicht und mit Kategorien und Unterkategorien aufbereitet. Die Liste der so identifizierten Wirkungsdimensionen ist in Tab. V-1 dargestellt. Einige der identifizierten Wirkungsdimensionen konnten aufgrund der jeweiligen Fundstellen in den Studien (z. B. in eigenständigen Kapiteln zu Chance oder Risiken) klar einer Wahrnehmung als Chance (opportunity) oder Risiko (risk) der Entwicklung zum AF zugeordnet werden (siehe Tab. V-1), andere sind neutral bzw. deskriptiv zu verstehen.

Im folgenden Analyseschritt wurden die in den einbezogenen Studien getroffenen Aussagen zu den identifizierten Wirkungsdimensionen daraufhin untersucht, für welche Gruppen von Akteuren sie relevant sind – insbesondere in dem Sinne, dass seitens dieser Akteure ggf. Handlungsbedarf zur Steuerung und Ausgestaltung möglicher Innovations- und Transformationspfade entsteht, um so auf unterschiedliche vorstellbare Mobilitätsszukünfte hinzuarbeiten. Neben Bürgern und ‚Fahrern‘ als Nutzer möglicher AF-Fahrzeuge, Herstellern und politischen Akteuren galt das Augenmerk hier insbesondere auch den zentralen Akteursgruppen aus Planung und Betrieb des öffentlichen Verkehrs (ÖV). Die Schärfung in diesem Bereich (siehe auch Abschnitt 4) bildet die Grundlage für die Diskussion der Potentiale des AF im Verhältnis zu den Zielen der Verkehrswende (s.o.), für die der ÖV eine wesentliche Rolle spielt. In Tab. V-1 sind die berücksichtigten Akteursgruppen als Spalten dargestellt; für jede Wirkungsdimension sind die relevanten Akteursgruppen gekennzeichnet.

Die Analyse der Wirkungsdimensionen ist einerseits umfassend, andererseits lässt sie dennoch einige mögliche ‚blinde Flecken‘ erkennen, die über mögliche Lücken im Rechercheraster hinausgehen: Der Güterverkehr wird in den berücksichtigten Untersuchungen nur in geringem Umfang und am Rande behandelt. Ein möglicher Grund dafür ist, dass Überlegungen in dieser Richtung bereits stärker u. a. in der Literatur zum sogenannten ‚Platooning‘ abgehandelt wurden, deren technische Ansätze teils noch von der klassisch steuernden Rolle des Fahrers im Fahrzeug an der Spitze eines ‚Platoons‘ ausgingen und bereits seit längerer Zeit diskutiert werden. In der Breite (siehe z. B. auch Runder Tisch Automatisiertes Fahren – AG Forschung (2015) – trotz dortigem Verweis auf die separat zu betrachtende Bedeutung des AF für den Güterverkehr) der aktuellen Diskussion bleibt der Güterverkehr jedenfalls eine Randerscheinung. Vor dem Hintergrund der hier untersuchten Fragestellung wurde jedoch auf eine vertiefende Zusatzrecherche in diesem Themenfeld verzichtet.

Tab. V-1: Wirkungsdimensionen des AF und betroffene Akteursgruppen

	Citizens	Drivers	PT users	Other road users (incl. vulnerable)	PT operators	PT agencies	New service providers	Car manufacturers	Insurances	Local administration	Regional / federal administrations
<b>Dimensions</b>											
Green: mostly seen as an opportunity											
Red: mostly seen as a risk											
<b>Safety</b>											
Prevention of harm		•		•	•			•	•		
Fewer accidents		•		•	•			•	•		
Better safety for all road users		•		•	•			•	•		
Fewer deaths in transport		•		•	•			•	•		
Interaction with vulnerable road users		•		•	•			•	•	•	•
Safety for non-users	•	•		•	•			•	•	•	•
Better child safety	•			•				•		•	•
Safety during transition period (mixed traffic)		•		•	•			•		•	•
Conformity with transport rules		•			•			•		•	•
Handover situations		•			•			•	•		•
Relation with other activities during driving		•			•			•	•		•
Misuse		•			•			•	•		•
<b>Skill loss</b>	•	•			•			•	•		•
Reduced safety at L3		•		•	•			•	•		•
Testing and approval								•	•	•	•
<b>Economic aspects</b>											
<b>Car market</b>											
New vehicle designs		•			•		•	•			
Better integration of alternative drivetrains					•		•	•			
Vehicle costs		•	•		•		•	•			
Luxury vehicle business								•			
Fleet size							•	•			
Role of German manufacturers							•	•			
Reduced stress and increased productivity	•	•									
Activities on board		•									
<b>Business models</b>											
Car-sharing					•	•	•	•	•	•	•
Shared use					•	•	•	•	•	•	•
Ownership / Who operates AVs?		•			•	•	•	•	•	•	•
Operating costs		•			•	•	•	•	•	•	•
<b>Digital divide</b>							•	•			•
Tax and ownership		•					•	•			•
<b>Law enforcement income</b>											•
Insurance costs		•								•	
Infrastructure investment						•				•	•
New role of digital ecosystems					•	•	•	•	•	•	•
Mobility as a service	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Less congestion	•	•	•	•	•	•	•			•	
Revenues at risk					•	•		•			
Automated goods transport							•	•		•	•
Last-mile delivery							•	•		•	•
Geopolitical issues											•

Tab. V-1: Wirkungsdimensionen des AF und betroffene Akteursgruppen (Fortsetzung)

Dimensions	Citizens	Drivers	PT users	Other road users (incl. vulnerable)	PT operators	PT agencies	New service providers	Car manufacturers	Insurances	Local administration	Regional / federal administrations
<b>Legal aspects</b>											
Liability		•			•				•		•
Data and privacy		•	•			•	•	•	•		•
Cyber-security	•	•	•			•	•	•	•		•
Critical sub-system isolation								•	•		•
Autonomy vs. connected driving								•			•
Driver's licensing / driver education		•									•
<b>Ethics</b>											
Vehicle approval								•			•
Moral algorithms								•	•		•
Autonomy								•	•		•
Need of common sense								•	•		•
Error acceptance								•	•		•
Insurance and discrimination									•		•
Privacy	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•
Animal rights								•			•
OVERRULING BY HUMANS		•						•	•		•
Obligation of using AV?											•
Dependency on technical systems											•
<b>Social aspects</b>											
Joy of driving / driving experience		•					•	•			
Intrinsic utility of AVs		•					•	•			
Gender differences	•	•	•	•							
Individual vs. social acceptance	•	•									
Inclusion	•					•	•			•	•
Better access for elderly and disabled						•	•			•	•
Better access in low-density areas						•	•			•	•
Improved social equity						•	•			•	•
Travel behaviour		•	•	•		•				•	•
Activity schedules	•					•				•	•
New organisation of work	•							•			•
Job losses	•							•			•
Qualification of workers	•						•	•			•
Alcoholism, intoxication, public drunkenness	•										•
Isolation	•										•
Increased expectations for time use	•										
Loss of control	•										
<b>Environmental aspects</b>											
Resource consumption	•							•			•
Electricity and power								•			•
Affinity to alternative propulsion systems								•			•
Emissions	•							•			•
Less pollution	•							•			•

Tab. V-1: Wirkungsdimensionen des AF und betroffene Akteursgruppen (Fortsetzung)

Dimensions	Citizens	Drivers	PT users	Other road users (incl. vulnerable)	PT operators	PT agencies	New service providers	Car manufacturers	Insurances	Local administration	Regional / federal administrations
<b>Urban space and land use</b>											
Quality of urban space	•			•						•	
Less space occupied by infrastructure	•			•						•	
Less space for parking	•	•		•						•	
AV storage	•	•			•	•	•			•	
Additional developable area	•									•	
Changing attractiveness of places to live	•					•				•	•
New type of city planning										•	•
Impact on spatial structures	•									•	•
Improved accessibility	•		•			•	•			•	•
Risk of urban sprawl	•									•	•
<b>Transport system</b>											
Efficiency in transport / infrastructure use	•	•				•	•			•	•
Problems by conformity with transport rules		•		•							•
Road capacity	•					•				•	•
Intersection capacity	•					•				•	•
Travel times	•		•		•	•	•				
Road infrastructure										•	•
Requirements for V2X communication							•	•	•	•	•
Handling of emergencies and system failures		•	•	•	•		•	•	•	•	•
Lower transport costs	•	•	•		•		•				
Less congestion	•	•	•		•		•				
Vehicle occupancy – higher or lower?										•	•
Handover situations		•					•	•	•		•
Need for real-time data					•	•	•	•	•	•	•
Mixed traffic		•		•	•			•	•		•
Transport demand	•		•		•	•	•			•	•
Increased convenience / comfort	•		•		•	•	•			•	•
New valuation of travel times? / travel disutility	•	•					•			•	•
More mobility choices	•		•		•	•	•			•	•
Blurring borders: private or public transport	•	•	•		•	•	•			•	•
AVs as public transport		•	•		•	•	•			•	•
Improve public transport in sub-urban/rural areas	•	•	•		•	•	•			•	•
Impact on modal split	•		•			•	•			•	
Impact on public transport	•		•			•	•			•	
Challenge for freight rail											•

Eine weitere sichtbare Lücke betrifft eine breite Analyse möglicher Rebound-Effekte des AF, wengleich z. B. einzelne Themen wie die Nutzung der gewonnenen ‚Fahr-‘Zeit im Individualverkehr (insbesondere aus ökonomischer Perspektive) durchaus berücksichtigt werden. Rebound-Effekte spielen für zahlreiche der gesellschaftlichen Versprechungen des AF eine wichtige Rolle und wären damit auch bedeutsam für die Diskussion der Umweltauswirkungen einer breiten Anwendung von AF (auch in Wechselwirkung zu anderen Entwicklungen wie der zunehmenden Elektrifizierung von Fahrzeugflotten), zu denen ebenfalls nur indirekt (v. a. in Analysen zur möglichen Entwicklung der Fahrleistungen) in relevantem Umfang Aussagen getroffen werden. Gerade für diesen Themenbereich bietet

ggf. die hier verfolgte Perspektive auf das mögliche Mit- oder Gegeneinanderverschmelzen von AF und Verkehrswende einen geeigneten Ansatzpunkt für zukünftige Analysen, die Wechselwirkungen zwischen diesen Politikfeldern und verkehrspolitischen Agenden in den Blick nehmen.

Zu beachten ist bei der Bewertung der genannten Lücken in den Wirkungsdimensionen der o. g. Recherchezeitraum Mitte 2019. Dadurch konnten einige neuere Studien nicht mehr für diesen Arbeitsschritt berücksichtigt werden, die die genannten Lücken zumindest teilweise zu füllen vermocht hätten (so z. B. zum Teilaspekt Emissionen der Umweltwirkungen Krail et al., 2019). Trotz der identifizierten Lücken erfüllt die kondensierte Analyse der Wirkungsdimensionen ihren zentralen Zweck, indem die unterschiedlichen Betroffenheiten der verschiedenen Akteursgruppen von möglichen Zukünften des AF sichtbar werden. Dabei kommt es nicht auf jedes einzelne Detail an, wo sich über das Für und Wider der Betroffenheit bestimmter Akteursgruppen von bestimmten Wirkungsdimensionen jeweils ausführlich diskutieren ließe. Vielmehr schafft die vorgestellte Übersicht – gegenüber einem intuitiven, jedoch diffusen Eindruck, dass das für eine komplexe Technologie wie das AF selbstverständlich so sein müsse – ein konkreter greifbares Bewusstsein für die Unterschiedlichkeit möglicher Fragestellungen rund um die Ausgestaltung des AF, deren Beantwortung entsprechend unterschiedliche Herangehensweisen nahelegt. Die direkte Gegenüberstellung bietet außerdem einen Interpretationsansatz für die in zahlreichen der einzelnen Studien wahrzunehmende Einseitigkeit der Darstellung von Chancen und/oder Risiken des AF, die so in Relation zu den jeweils eingenommenen (Akteurs-)Perspektiven zu setzen sind. Schließlich bietet sie Anknüpfungspunkte, um unterschiedliche Teilaspekte der AF-Debatte mit unterschiedlichen Politikfeldern (etwa von Industriepolitik über Gesundheitspolitik zur Klimapolitik) in Beziehung zu setzen.

## 2. Testfelder, Living Labs und Reallabore

Die obige Analyse der Wirkungsdimensionen des AF illustriert die vielfältigen und ausgeprägten Unsicherheiten, die für die Zukunft des Mobilitätssystems in den möglichen Ausgestaltungen des AF liegen. Vor diesem Hintergrund wird zunehmend ein Bedarf artikuliert, ausgetretene Planungspfade zu verlassen und mit mehr Mut zum Versuch neuartige Lösungsansätze auszuprobieren, um solche Mobilitätszukünfte gezielt kennenzulernen und mitzugestalten (Lyons & Davidson, 2016). Ein dabei aktuell viel diskutiertes Instrument sind im weitesten Sinne ‚experimentelle‘ Ansätze, wobei im Detail unterschiedliche Begriffe wie „Reallabore“, „Living labs“ oder auch „Testfelder“ genutzt werden (Parodi et al., 2017), welche nicht nur teilweise sich überlappende Ansätze bezeichnen, sondern häufig zwischen den unterschiedlichen Fachkreisen inkonsistent verwendet werden.

Den unterschiedlichen Ansätzen ist gemein, dass sie einen geschützten Raum bieten sollen, in dem z. B. neue technologische Lösungen ebenso erprobt wie das Wechselspiel zwischen Technologie und Nutzern einbezogen werden, wozu der geschützte Raum beispielsweise auch erlaubt, regulatorische Hürden für einzelne Experimente zu umgehen, um gangbare Wege zu identifizieren. Die Ansätze unterscheiden sich jedoch – trotz der begrifflichen Überlappungen – wesentlich darin, um welche Fragestellungen es geht bzw. gehen soll,

welche Akteure einbezogen sind und mitgestalten können, welcher wissenschaftliche Erkenntnisanspruch besteht sowie welche normative Zielorientierung ggf. einen Überbau bildet (McCroory et al., 2020).

So steht auf einer Seite eine eher technisch orientierte Perspektive, die „Reallabore“ insbesondere als nötig und/oder hilfreich erachtet, um neue Technologien schneller und zielgerichteter fit für die Praxis zu machen, indem diese in realitätsnaher Umgebung erprobt werden und Nutzerfeedback einbezogen wird (z. B. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi], 2019). Demgegenüber geht es Ansätzen wie den „Urban transition labs“ wesentlich um Transdisziplinarität und das klar normativ geprägte Anstoßen gesellschaftlichen Wandels in Richtung mehr Nachhaltigkeit (z. B. Nevens et al., 2013). Letztere Ansätze lassen sich dabei u. a. je nach Fokus auf die realweltlich erreichte Wirkung und nach dem innerwissenschaftlichen Erkenntnisinteresse differenzieren, was sich z. B. auf die eingesetzten Methoden und Feedbackschleifen auswirkt. Mit einem weiteren, normativ geprägten Verständnis sind hier insbesondere „Reallabore“ im Sinne von Schneidewind et al. (2018) oder Parodi et al. (2017) zu nennen.

### **2.1. Bezug zur gesellschaftlichen Akzeptanz des AF**

Die unterschiedlichen Ansätze stehen damit auch in einer engen Relation mit den jeweils betrachteten Dimensionen einer weit verstandenen Akzeptanz möglicher sozio-technischer Zukünfte (Upham et al., 2015): Als Teil der gesellschaftlichen Akzeptanz einer Technologie ist hier nicht nur die Akzeptanz im ‚Markt‘ durch Nutzer bzw. Käufer zu sehen (die häufig berücksichtigt wird und insbesondere für Technologieunternehmen für den späteren (wirtschaftlichen) Erfolg einer Innovation ja auch essentiell ist), sondern es geht insbesondere auch um die Akzeptanz bei Nicht-Nutzern bzw. Betroffenen von Technologien sowie um die sozio-politische Akzeptanz im Institutionengefüge (Fünfschilling & Truffer, 2014), mithin um Institutionalisierungsprozesse.

Auch konkret mit Bezug auf das Mobilitätssystem erfährt vermehrt die Tatsache Aufmerksamkeit, das in Prozessen des sozio-technischen Wandels eben gerade nicht nur jene Akteure oder Akteursgruppen Aufmerksamkeit verdienen, die für Entwicklung technologischer Lösungsansätze stehen („technology constituencies“ (Goyal & Howlett, 2018) oder „enactors“ (Rip, 2006)). Vielmehr sind parallel auch jene Akteure und Akteursgruppen wesentlich, die an der Entwicklung und Aushandlung politischer und regulatorischer Strategien und Rahmenbedingungen sowie Auswahlentscheidungen als Governance beteiligt sind („instrument constituencies“ (Goyal & Howlett, 2018) oder „selectors“ (Rip, 2006)).

Dies gilt umso mehr, als es bei den aktuellen Herausforderungen nachhaltiger Mobilität zentral um normativ geprägte und gesellschaftlich ausgehandelte Fragen geht, so dass eine (marktorientierte) Fokussierung auf Akzeptanz im Sinne von Nutzerakzeptanz zu kurz greift und wesentliche Einflussdimensionen auf den sozio-technischen Wandel ausblendet (Hausknot & Haas, 2019). Zu unterstreichen ist hier der dynamische Innovationsprozess, in dem es nicht um eine linear aufeinander folgende Bearbeitung der unterschiedlichen Fragestellungen geht, sondern (auch in frühen technologischen Entwicklungsstadien) beide Seiten ko-evolutionär verflochten sind und beidseitig getroffene Entscheidungen und

Entwicklungen sich damit gegenseitig beeinflussen (Geels, 2014; Hausknost & Haas, 2019; Rip, 2010).

## 2.2. Relevanz von Reallaboren für AF

Aus welchen Perspektiven haben nun die oben diskutierten experimentellen Ansätze Bedeutung für das AF? Dazu ist es wesentlich, vor dem Hintergrund der in Abschnitt 1.1 identifizierten Wirkungsdimensionen des AF zwei Diskussionsstränge und die mit ihnen jeweils verbundenen Fragestellungen zu unterscheiden, zu deren Beantwortung Reallaboransätze etc. jeweils entsprechend unterschiedliche Beiträge liefern können:

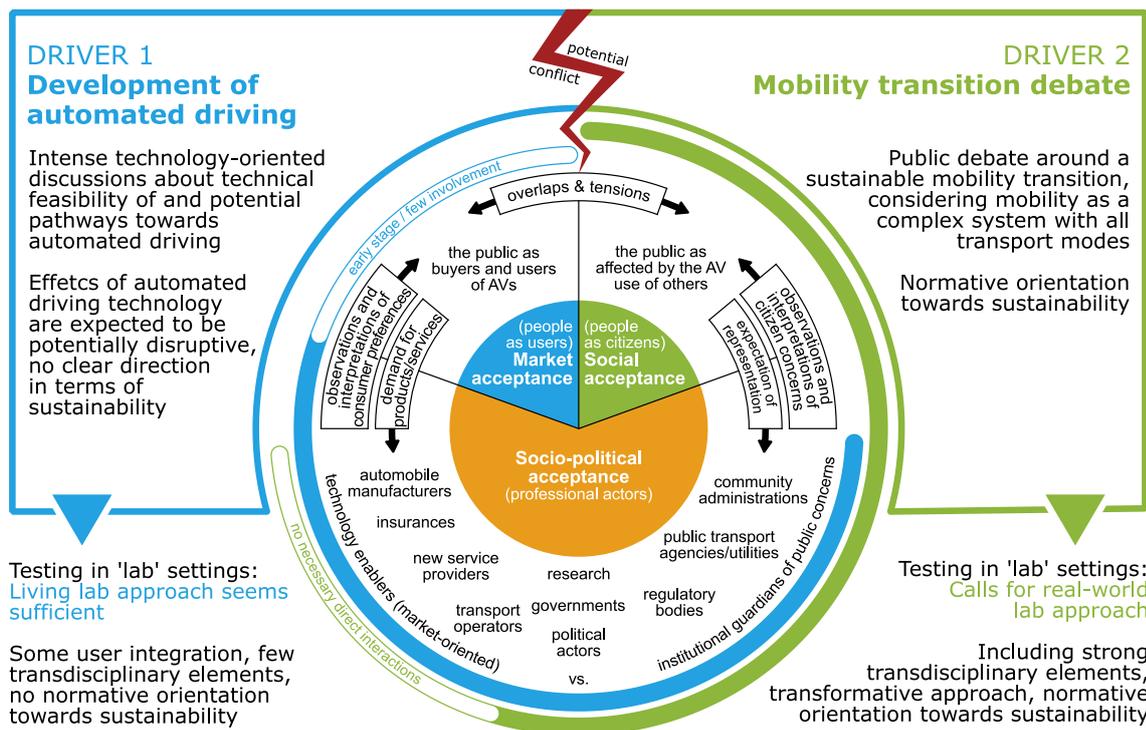
- (Weiterentwicklung der) Technologie AF
- (Ausgestaltung des) AF im Mobilitätssystem

Einerseits ist also die intensive Debatte zu beachten, die sich rund um die technische Machbarkeit und geeignete technologische Entwicklungspfade hin zum AF entfaltet. Diese sind verbunden mit vielfältigen technologischen Fragestellungen, die sich im Wesentlichen auf diejenigen Wirkungsdimensionen beziehen, welche in Tab. V-1 unter den Stichworten „Safety“, „Economic aspects“, „Legal aspects“ und „Ethics“ sowie unter „Social aspects“ (teilweise) aufgeführt sind. Zentral geht es dabei um Fragestellungen, mit denen z. B. Automobilhersteller, Versicherungen sowie Anbieter heutiger und neuer, AF-basierter Mobilitätsangebote konfrontiert sind und die durch die Forschung, Ministerien und die Politik begleitet werden. Zur Beantwortung erscheinen aus den oben vorgestellten Instrumenten u. a. eher technologieorientierte Testfelder (oder auch Reallabore im Sinne des BMWi, 2019) geeignet, in denen Transdisziplinarität nur eine eingeschränkte Rolle spielt und insbesondere eine intensive Einbindung potentieller Nutzer\*innen der Technologie aufgrund der immer noch frühen Phase der Entwicklung herausfordernd und tendenziell auf Einzelfragen beschränkt ist.

Demgegenüber ist jedoch zu berücksichtigen, dass für die konkrete Ausgestaltung des AF eine Bandbreite von Szenarien diskutiert wird, die vom Wünschenswerten („heaven“: sichere, lärmreduzierte, nahtlose, effiziente, geteilte Mobilität) bis zum Befürchteten („hell“: massive Zunahme des motorisierten Individualverkehrs (MIV), weitere Zersiedelung usw.) reicht (Chase, 2014; Creger et al., 2019; Fraedrich et al., 2015). Diese unterschiedlichen Zukünfte des AF sind eng verbunden mit der Debatte um die Verkehrswende hin zu insgesamt nachhaltigerer Mobilität, die wissenschaftlich und in der breiten Öffentlichkeit (z. B. in Diskussionen und Volksabstimmungen zu Mobilitätsgesetzen u. Ä.) an Bedeutung zunehmen. Mobilität wird darin als ein komplexes sozio-technisches System betrachtet, in dem einzelne Technologien nur Bausteine für bestimmte mögliche Zukünfte sind. Wesentlich ist in dieser Debatte stattdessen die normative Orientierung auf Nachhaltigkeit, die u. a. in die Kernstrategien der Verkehrsvermeidung, -verlagerung und -verbesserung (Effizienzsteigerung) mündet (Canzler & Knie, 2018). Vor diesem Hintergrund werden die Engführungen von Testfeldern und technologischer Entwicklung auch dort, wo sie sich der ‚Realität‘ auszusetzen vorgeben, zu einem wesentlichen Mangel (Hopkins & Schwanen, 2018).

## V. Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr

Für die Auseinandersetzung mit der Verkehrswende bzw. unterschiedlichen Mobilitäts-zukünften sind mithin die normative Orientierung auf nachhaltige Mobilität und die starken transdisziplinären Elemente von Reallaboren und Urban Transition Labs im oben vorgestellten breiteren Sinne von zentraler Bedeutung. Damit rücken neben den auch in dieser Perspektive relevanten Forschungseinrichtungen, Ministerien und der Politik zusätzlich weitere Akteure ins Blickfeld: Mit Blick auf das AF im Mobilitätssystem werden z. B. weitere Regulierungsbehörden, Aufgabenträger des Nahverkehrs oder öffentliche Verkehrsunternehmen mit Blick auf die Rolle des AF im ÖV, lokale Verwaltungen sowie die Zivilgesellschaft zu relevanten Akteuren und es geht wesentlich auch um die Zielrichtungen von deren Handeln (vgl. Pel et al., 2020). Herausfordernd wird dies zusätzlich durch die Tatsache, dass es hierbei nicht nur um eine Ergänzung der Perspektive geht, sondern durch die Gegenüberstellung der beiden Perspektiven starke Zielkonflikte aus dem Abstrakten treten und konkret werden (z. B. Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Automobilindustrie vs. MIV-Reduktion zur Belastungsminderung). In der Gesamtperspektive ‚technologische Zukunft des AF im Mobilitätssystem‘ ergibt sich mithin ein „wicked problem“ (Rittel & Webber, 1973), auf das es keine Antworten mehr geben kann, welche die Anforderungen aller Akteure gleichermaßen und gleichzeitig erfüllen können.



**Abb. V-1: Akzeptanzdimensionen und Reallaboransätze für AF-Mobilitätszukünfte**

Eigene Grafik.

Die Vielschichtigkeit der Aspekte gesellschaftlicher Akzeptanz des AF und ihre Verwobenheit mit möglichen transdisziplinären Forschungsansätzen zur Auseinandersetzung mit den jeweiligen Fragestellungen ist in Abb. V-1 zusammenfassend dargestellt. Deutlich wird hier, dass es ein Fokus auf die „Zukunft des AF“ zu kurz greift: Es macht vielmehr einen

großen Unterschied, ob es darum geht, wie die „Technologie AF“ weiterzuentwickeln ist, oder um die Frage, welche Rolle „AF im Mobilitätssystem“ übernehmen soll. Deutlich wird dies z. B. an niederländischen Beispielen, die von Manders et al. (2018) untersucht wurden und entlang derer die unterschiedlichen Akteure als Treiber sichtbar werden, je nachdem, ob es in den betrachteten Experimenten um die Fahrzeugentwicklung oder neue Formen von Mobilitätsangeboten geht. Zu beobachten ist jedoch zugleich, dass insgesamt betrachtet die Perspektive auf das AF im Mobilitätssystem deutlich zu kurz kommt und die Debatte stattdessen wesentlich durch das technologisch geprägte Thema Weiterentwicklung des Automobils dominiert wird (Stickler, 2020). Die in den folgenden Abschnitten gemachten Schlussfolgerungen sind insofern als Reaktion auf diese problematisierende Feststellung zu verstehen.

### 3. Fokussierung auf die Perspektive „AF im ÖV“

In den vorangehenden Abschnitten wurde deutlich, dass die offenen Fragen zu möglichen Zukünften des AF vielfältig sind und auch Reallabore und ähnliche Ansätze grundsätzlich wichtige Antworten in der Debatte geben können. Für die folgende Auseinandersetzung mit den konkreten Potentialen der Reallaborforschung wird der Fokus jedoch klar auf die Perspektive „Rolle des AF im Mobilitätssystem“ gelegt, wofür wesentlich ein Doppelargument spricht:

- Die oben diskutierte alternative Perspektive „Technologie des AF“ hängt im Kern u. a. zusammen mit den global ausgerichteten Diffusionspolitiken für AF der bestehenden Automobilhersteller, Digitalkonzerne und weiterer in diesem entstehenden Markt aktiven Unternehmen wie wichtige Zulieferer. Diese erscheinen insgesamt nur am Rande durch regionales Handeln und regionale Impulse (beispielsweise durch die Politik der deutschen Bundesländer) beeinflussbar, dabei geht es primär um wirtschafts- und industriepolitische Argumente.
- Die Perspektive „AF im Mobilitätssystem“ ist dagegen unmittelbar verbunden mit der gesellschaftlichen Debatte zur Verkehrswende, die zwar nicht ausschließlich, aber doch wesentlich auch auf lokaler und regionaler Ebene geführt wird und dort Handlungs- und Gestaltungsspielräume bietet. Sie bietet damit auch direkte Anknüpfungspunkte für die (mobilitätsbezogene) Landespolitik. Dies spiegelt auch die starke Rolle staatlicher oder indirekt staatlicher Akteure in der Innovationsgestaltung des AF für die Verkehrswende bzw. konkret im ÖV wider.

Überdies ist die zweite Perspektive, wie oben dargestellt, bisher in der Debatte zum AF ohnehin unterrepräsentiert (vgl. Stickler, 2020) und verdient auch deswegen vermehrte Aufmerksamkeit. Dies ist auch im politischen Dialog erkannt und als Herausforderung benannt (u. a. Abb et al., 2020; ZebraLog GmbH & Fraunhofer ISI, 2020).

Eine weitere Fokussierung im Detail betrifft die Einschränkung auf den Straßenverkehr (im ÖV also konkret den Öffentlichen Straßenpersonenverkehr (ÖSPV)). Im Schienenverkehr (sowohl im Bereich Eisenbahn als auch bei Straßenbahnen) gibt es ebenfalls Bestrebungen, die in Richtung einer zunehmenden Automatisierung und Vernetzung weisen. Zentrale Ziele sind dabei Verbesserungen im Bereich Sicherheit und Kapazität der bestehenden

Infrastruktur<sup>1</sup>, die linienförmige Art des Angebots für die Fahrgäste bleibt jedoch logischerweise erhalten, so dass Fragen rund um (für den Nutzer) grundlegend neue Mobilitätsangebote und Fragen zur Rolle von Schienenverkehrsmitteln im Mobilitätssystem sich hier nicht in gleicher Weise stellen wie im ÖSPV<sup>2</sup>. Auch eine mögliche Relevanz von Reallaborforschung für eine Anwendung des AF im öffentlichen Fernverkehr wird im Folgenden nicht näher betrachtet. Des Weiteren sind im Güterverkehr die betroffenen Akteurskonstellationen im Zusammenhang mit möglichen Einsatzmöglichkeiten des AF grundlegend anders, so dass diese hier ebenfalls nicht näher betrachtet werden, um eine konzentrierte Auseinandersetzung und nutzbare Ergebnisse sicherzustellen.

Die hier dargelegte Fokussierung auf die Perspektive „AF im Mobilitätssystem“ bedingt zugleich eine eindeutige Präferenz für das geeignete Reallaborverständnis: Es geht im Folgenden zentral um breit verstandene Reallaboransätze mit starken transdisziplinären Elementen und transformativem, auf nachhaltige Mobilität hin orientiertem Anspruch. Um deren Potentiale sinnvoll einordnen zu können, liefert der folgende Abschnitt exemplarisch für eine Region eine Akteursanalyse des ÖSPV, aus der im Anschluss mögliche und geeignete Fragestellungen abgeleitet werden.

### 4. Professionelle Akteure im ÖV

Für die Zukunft des AF als Beitrag zur Verkehrswende ist wesentlich, welche Funktion das AF in Form neuer Mobilitätsangebote *im ÖV* übernimmt (s. o.). Zugleich verdeutlichen die Ausführungen zu den Möglichkeiten von Reallaborforschung die komplexen Akteurskonstellationen, die hierfür eine Rolle spielen und in der Konzeption von Reallaboren berücksichtigt werden müssen.

Um diese Akteurskonstellationen zu analysieren und Schlussfolgerungen für die Konzeption von Reallaboren zum AF im ÖV ableiten zu können, wird im Folgenden das Akteursgefüge einer komplexen Region exemplarisch dargestellt. Für diese Analyse wurde die Region Stuttgart mit dem Gebiet des Verkehrs- und Tarifverbunds Stuttgart (VVS) ausgewählt. Zwei Charakteristika machten die Region Stuttgart hierbei zu einem geeigneten Fallbeispiel: Erstens lief zum Analysezeitpunkt (2018) das Projekt „Reallabor Schorndorf“ (Brost et al., 2019) in der Förderlinie „Reallabore Stadt“ des baden-württembergischen

---

<sup>1</sup> In diesem Zusammenhang bestehen durchaus ebenfalls komplexe technologische Herausforderungen, für die auch technisch orientierte Reallaboransätze als ein Mittel der Technologieentwicklung gesehen werden (z. B. Alstom, 2020; Deutsche Bahn, 2020), diese werden hier jedoch analog zu den technologisch ausgerichteten Testfeldern im Bereich AF (s. o.) nicht näher betrachtet.

<sup>2</sup> Zu erwarten sind dagegen durchaus Rückkopplungseffekte, indem neuartige, AF-basierte ÖSPV-Angebote zukünftig beeinflussen und verändern, wo die Grenzen zwischen der Eignung unterschiedlicher Verkehrsmittel in den unterschiedlichen Einsatzzwecken im ÖV-System gezogen werden. Auslöser ist hier aber der zu betrachtende ÖSPV mit seinen zukünftigen Möglichkeiten und nicht die parallel vorstellbare Automatisierung im Schienenverkehr an sich. Dort mögen sich zwar insbesondere durch verringerte Personalkosten Veränderungen bei den Unterschwellen der Wirtschaftlichkeit und damit ebenfalls Auswirkungen der Automatisierung auf das Angebot (inkl. entsprechende Potentiale für die Verkehrswende) ergeben, jedoch eben keine grundsätzlich neuen Angebotsformen aus Nutzersicht.

Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst (Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg [MWK], 2018) und bot damit bereits ein Beispiel vor Ort, welche Akteure in ein derartiges Reallabor eingebunden werden können. Zweitens wurde mit dem Angebot „SSB Flex“ in der Stadt Stuttgart vor Ort seitens der etablierten ÖV-Betreiber bereits mit einem weiteren neuartigen und flexiblen On-Demand-Angebot experimentiert. Beide sind in der Analyse näher dargestellt. Zusammen ergaben sich daraus zusätzliche Einblicke in das Akteursnetzwerk, die über ein als ‚typisch‘ anzunehmendes ÖV-Akteursnetzwerk einer Metropolregion hinausgehen und den Fall damit besonders interessant machen.<sup>3</sup>

Ausgangspunkt für die Kartierung der Akteure bildeten die im Gebiet des VVS zum Analysezeitpunkt bestehenden Angebote des ÖSPV (ohne Taxiverkehr). Zu diesen wurden die verschiedenen konkret involvierten Betreiber, die zuständigen Gebietskörperschaften als die jeweiligen Aufgabenträger sowie deren Verflechtungen untereinander (inklusive Zusammenschluss im VVS selbst) analysiert. Die Rolle des Landes Baden-Württemberg und seiner nachgeordneten Stellen wurde ebenfalls berücksichtigt. Speziell angesichts der großen Relevanz der Zugangsmedien für mögliche zukünftige, neuartige Mobilitätsangebote bildeten die Auskunftsmöglichkeiten und Buchungsmöglichkeiten für die ÖSPV-Nutzung einen zweiten Ausgangspunkt der Analyse. Hier spielen im Hintergrund insbesondere verschiedene IT-Dienstleister eine Rolle, die jeweils bestimmte Dienstleistungen und insbesondere verschiedene Smartphone-Apps bereitstellen.<sup>4</sup> Darüber hinaus und insbesondere auch mit Blick auf die dahinterliegende Dateninfrastruktur spielen außerdem verschiedene brancheninterne Vernetzungsaktivitäten eine Rolle, in denen Akteure zusammen mit überregionalen Akteuren zusammenwirken und wiederum Dienstleistungen für die gesamte Branche bereitstellen (hier im Sinne des Gesamtsystems ÖV, also insbesondere zusätzlich mit Schienenpersonennahverkehr (SPNV), teilweise auch Fernverkehr). Schließlich wurde eine Reihe multimodaler Vernetzungsaktivitäten berücksichtigt, deren Dienstleistungen und insbesondere Apps ebenfalls Zugriff auf ÖSPV-Angebote bieten und die wiederum teilweise von z. B. ÖSPV-Betreibern selbst oder Aufgabenträgern getragen werden.

Die vollständige Akteursanalyse ist aus Darstellungsgründen im Anhang A2 abgebildet. Die Grafik zeigt in einem abgestuften Farbschema die vorgestellten Akteursgruppen und die verschiedenen Teilfunktionen im ÖSPV-System, soweit erforderlich sind einzelne Beziehungen im Beziehungsgeflecht in der Grafik textlich konkretisiert. Abb. V-2 stellt

---

<sup>3</sup> Parallel zu den Aktivitäten in Schorndorf und Stuttgart gab es innerhalb Baden-Württembergs im Jahr 2018 insbesondere in Karlsruhe in Form des Testfeldes Autonomes Fahren Baden-Württemberg Aktivitäten in Bezug auf AF, jedoch noch ohne tatsächliche ÖV-Integration und mit technisch orientiertem Fokus der Fragstellungen und damit nur eingeschränkt relevant für Fragen zum AF aus Verkehrswende-Perspektive (vgl. Abschnitt 2). Das aus dieser Perspektive und zukünftig mit Blick auf AF interessante und inzwischen ausgeweitete On-Demand-Angebot „myShuttle“ des Karlsruher Verkehrsverbunds wurde erst 2019 mit einer Testphase gestartet.

<sup>4</sup> Die oben genannten Angebote SSB Flex und der Bedarfsverkehr im Reallabor Schorndorf zeigen hierbei einen interessanten Unterschied: SSB Flex wird vom städtischen Verkehrsunternehmen SSB betrieben, Buchung und Fahrtenplanung unterstützt(e) im Hintergrund Moovel (2018 zum Daimler-Konzern gehörig) (ab 2021 Anbieterwechsel zu ViaVan). Im Forschungskontext des Reallabors waren dagegen neben dem mittelständischen Betreiber verschiedene Forschungseinrichtungen, jedoch keine marktorientierten IT-Dienstleister beteiligt.



In der Akteursanalyse werden verschiedene Anknüpfungspunkte und insbesondere die Akteursgruppen mit jeweils eigenen Handlungs- und Einflussmöglichkeiten sichtbar, die für die Konzeption möglicher Reallabore wesentlich sind. Diese werden in den folgenden Abschnitten jeweils aufgegriffen, um die Potentiale möglicher Reallaborforschung zu verdeutlichen.

### 5. Mögliche Fragestellungen zu AF im ÖV

In diesem Abschnitt werden verschiedene Fragestellungen vorgestellt, die sich rund um die Ausgestaltung möglicher zukünftiger AF-basierter Angebote im ÖV stellen. Am Anfang steht ein Überblick über die zu beobachtenden Aktivitäten innerhalb der ÖV-Branche. Es folgt ein Überblick auf Fragestellungen, die sich aus dem übergreifenden wissenschaftlichen Diskurs zur Transformation des Mobilitätssystems ergeben, soweit sich dort Anknüpfungspunkte für das AF ergeben. Im Rahmen des Tech Center a-drive waren auch eigene Expertenabfragen vorgesehen, die jedoch aufgrund geringer Resonanz bzw. unter den Bedingungen der Pandemie im Jahr 2020 leider keine verwertbaren Ergebnisse brachten, diese sind genauer in Anhang A3 dargestellt.

#### 5.1. Aktivitäten innerhalb der ÖV-Branche

Innerhalb des ÖV-Sektors ist das AF als ein wesentliches Thema erkannt, dessen Auswirkungen auf die eine oder andere Weise auch die Akteure des Sektors betreffen und/oder beeinflussen werden. Ein Resultat ist die Vielzahl an Pilotprojekten, Versuchsbetrieben, Kooperationen mit Industrieakteuren oder Forschungsinstitutionen, um sich insbesondere auf Ebene der ÖSPV-Betreiber, ggf. als Teil von Verkehrskonzernen mit teils internationalen Aktivitäten, mit den technischen Anforderungen eines ‚fahrerlosen ÖV‘ auseinanderzusetzen (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen [VDV], 2021). Durch die in vielen Fällen sehr gut abzugrenzenden Einsatzstrecken potentieller AF-Fahrzeuge im ÖV liegt hierbei ein besonderes Augenmerk auf den Möglichkeiten bereits bei Level 4 (‚high driving automation‘; AF-Fähigkeit ohne Eingriffsnotwendigkeit für einen Fahrer, jedoch nur in definierten Einsatzbereichen) nach SAE-Nomenklatur (SAE International, 2018).

Neben diesen unmittelbar auf AF-Technologie bezogenen Aktivitäten ist eine weitere Vielzahl von Projekten zu beobachten, in denen neue, flexible Angebotsformen des ÖV getestet werden, die über bisherige Bedarfsangebote hinausgehen: Vor dem Hintergrund der heutigen Möglichkeiten der Digitalisierung können hierbei nicht nur die Buchungsmöglichkeiten bequemer gestaltet werden (v. a. über Apps und mit kürzeren Fristen), sondern im Hintergrund in der Zusammenarbeit mit verschiedenen, hierauf spezialisierten IT-Dienstleistern u. a. auch die resultierenden Fahrten effizienter disponiert werden. In der Analyse des VVS (siehe Abschnitt 4) tauchen mit dem Angebot SSB-Flex sowie dem Bedarfsverkehr im Kontext des Reallabor Schorndorf gleich zwei solcher Projekte exemplarisch auf. Zwar ist diesen Projekten mit denjenigen an vielen weiteren Orten gemein, dass es bisher v. a. um die Buchungsmöglichkeiten und die Fahrzeugdisposition

geht, während der eigentliche Fahrbetrieb mit konventionellen, fahrerbesetzten Fahrzeugen stattfindet – interessant werden die Aktivitäten für die Verkehrsunternehmen jedoch gerade dadurch, dass es eben perspektivisch möglich erscheint, den eigentlichen Fahrbetrieb automatisiert zu gestalten und dadurch ÖV-Angebote bereitzustellen, die bisher ökonomisch nicht darstellbar schienen. Entsprechend sind im Falle von Pilotprojekten auf diesem Gebiet häufig neben Verkehrsverbänden und IT-Dienstleistern auch Verkehrsverbände, Gebietskörperschaften als Aufgabenträger des ÖV sowie ggf. Aufsichtsbehörden miteinbezogen.

Eine Vielzahl von Einzelprojekten widmet sich damit dennoch v. a. (informations-)technischen Fragestellungen, was zum insgesamt bisher eher technologisch geprägten AF-Diskurs passt (Stickler, 2020; siehe auch Abschnitt 2). Mit Blick auf die möglicherweise sich durch AF zukünftig grundlegend verändernde Angebotspalette des ÖV befasst sich jedoch insbesondere der VDV als Branchenverband auch auf strategischer Ebene mit den sich stellenden Herausforderungen. Dazu gehören über die Technologie hinaus Fragen, wie AF-basierter ÖV eigentlich als System und regulatorisch funktionieren soll, adressiert werden damit auch Aufsichtsbehörden und Regulierer. In einer umfangreichen Stellungnahme beschäftigt sich der VDV hier u. a. mit Zulassungsverfahren, betrieblichen Anforderungen, Experimentierräumen, betrieblichen Verantwortlichkeiten, Aufsicht, kommunaler Steuerung, Datenmanagement, Software und Halterpflichten (Leonetti et al., 2020). Durch die enge Verzahnung der technologischen Möglichkeiten des AF im ÖV mit seiner organisatorischen Ausgestaltung ist in diesem Kontext auch die Debatte um die Weiterentwicklung des Personenbeförderungsgesetzes zu beachten, welches wesentliche Rahmenbedingungen setzt und bestimmte Angebotsformen einschränken, ermöglichen oder fördern kann. Hier stellen sich z. B. Fragen, durch welche regulatorische Rahmenbedingungen der ÖV im Einklang mit übergeordneten verkehrspolitischen Zielsetzungen so ausgestaltet werden kann, dass der Umweltverbund insgesamt profitiert (Kettner, 2020).

Es ist zu erwarten, dass sich zukünftig die Auseinandersetzung mit der Zukunft des AF in der Branche thematisch eher verbreitern wird. Mit dem Sammeln technologischer und organisatorischer Erfahrungen rückt perspektivisch die konkrete Ausgestaltung zukünftiger AF-basierter ÖV-Angebote konkreter in den Blick. Dann stellt sich ggf. eine Vielzahl von Fragen neu, für die im konventionellen ÖV umfangreiche Erfahrungen und darauf abgestimmte Routinen vorliegen, deren Antworten jedoch im Kontext von AF ggf. ihre Gültigkeit verlieren. Stellvertretend sei hier das Thema subjektive Sicherheit genannt, dessen Bedeutung lange erkannt ist (Hempel & Vedder, 2011), für das aber die bisher getroffenen Maßnahmen in einer Welt ohne Fahrer im ÖV-Fahrzeug eben nicht mehr umstandslos funktionieren werden. Auch für die bisherigen Akteurskonstellationen ergeben sich wichtige Fragen, weil z. B. für die Vielzahl heutiger kleiner Busunternehmen mit einzelnen Linien insbesondere im ländlichen Raum nicht unmittelbar ersichtlich ist, welche Rolle diese zukünftig spielen können bzw. inwieweit sie ggf. für die strukturell veränderten technologischen und wirtschaftlichen Anforderungen eines automatisierten ÖV-Betriebs gewappnet sind.

## 5.2. Wissenschaftlicher Diskurs zu AF und Transformation im Mobilitätssystem

Im wissenschaftlichen Diskurs zur Transformation im Mobilitätssystem in Bezug auf das AF wird teils kritisiert, dass eine technologie- und wirtschaftszentrierte Perspektive überwiegt, während Perspektiven auf die Rolle des AF im Mobilitätssystem insgesamt bisher weniger vertieft behandelt werden (Dangschat & Stickler, 2020; Mitteregger et al., 2020, vgl. Abschnitt 2). Angesichts der umfangreichen Herausforderungen, die sich vor dem normativen Hintergrund und auch den politischen Zielsetzungen einer nachhaltige(re)n Mobilität stellen, wird z. B. konkret bemängelt, dass auch auf der europäischen Politikbühne „eine klare Priorisierung der Förderung von öffentlichen oder geteilten Mobilitätsformen“ fehlt (Stickler, 2020, S. 104). In diesem Zusammenhang erscheint insbesondere auch das Thema von Pfadabhängigkeiten bedeutsam (Zimmer, 2020), die auch für das AF Entwicklungspfade vorprägen und derer sich Debatten zu möglichen AF-Mobilitäts-zukünften bewusst sein sollten. In der Auseinandersetzung mit möglichen Auswirkungen des AF auf das Mobilitätssystem insbesondere in urbanen Räumen geht es dabei u. a. um die Frage, wie Städte proaktiv handeln können, um die Entwicklungen rund um das AF in einer solchen Weise zu beeinflussen, dass das AF bestehende verkehrs- und mobilitätspolitische Ziele unterstützt und unerwünschte Effekte vermieden werden (Rupprecht et al., 2018). Wichtig ist dabei die Differenzierung zwischen unterschiedlichen Teilzielen, zu denen AF jeweils unterschiedliche Beiträge liefern kann: Neben dem etablierten Dreiklang von Vermeiden, Verbessern und Verlagern (Bongardt et al., 2019) unterscheidet beispielsweise Manderscheid (2020) zwischen einer Antriebs-, einer Verkehrs- und einer Mobilitätswende, die für sie „in einem Steigerungsverhältnis hinsichtlich der Tiefe der Transformation zueinander“ stehen (Manderscheid, 2020, S. 40).

Es ist also ein politischer Steuerungsbedarf in Bezug auf die Transformation des Mobilitätssystems erkannt, der auch einen Diskurs mit der in ihrem konkreten Alltag potentiell betroffenen Zivilgesellschaft erfordert (Alonso Raposo et al., 2019). Dabei werden einerseits viele der erforderlichen oder zu erwartenden Veränderungen auf der lokalen, kommunalen Ebene gesehen, wo teilweise bereits bestehende Handlungsspielräume in der Vergangenheit nur in begrenztem Umfang ausgeschöpft wurden (Schwedes, 2013). Bei der Überlegung, welche Akteure (auch) vertieft in den Diskurs einsteigen sollten, sollten andererseits auch die Grenzen der Entscheidungskompetenz lokaler Akteure beachtet werden, um angesichts des komplexen sozio-technischen Umfeldes die Handlungsautonomie gerade kleiner und mittlerer Städte nicht zu überschätzen (Schwanen, 2015, S. 7086). Zugleich ist hier die Bedeutung raumstruktureller Differenzierungen insgesamt adressiert. Bereits heute lassen sich Unterschiede in den Innovationstrajektorien neuer Mobilitätstechnologien ausmachen, je nachdem, ob diese in urbanen Metropolräume oder in ländlichen Regionen eingesetzt werden. Das wiederum steht in Relation zu den zu erwartenden Unterschieden im jeweiligen Ausmaß an systemischer Transformation der heute prägenden Automobilität (Schippl & Truffer, 2020).

Die Umorientierung auf Nachhaltigkeit im Mobilitätssystem erfordert – über technologischen Wandel hinaus – einen grundsätzlichen Paradigmenwechsel (Banister, 2008; Köhler et al., 2020; Schwedes, 2013), bei dem es letztlich darum geht, die „notwendigen

Bedingungen des Wandels“ zu schaffen (Banister, 2008, S. 73). Damit ist die Institutionalisierung als ein wesentlicher Prozessschritt des Wandels unmittelbar aufgerufen (Bratzel, 1999; Raven et al., 2019; Schwedes, 2013). Die Charakteristika von Reallaboransätzen (siehe Abschnitt 2) sind hier eine Möglichkeit, Wandel zu erleichtern durch einen Raum zum Ausprobieren, auf den dann ggf. durch Anpassung von Rahmenbedingungen reagiert werden kann. Hierbei wiederum haben gerade Kommunen (u. a. auch als ÖV-Aufgabenträger) den Vorteil des direkteren Kontaktes zu ihren Bürgerinnen und Bürgern – an dem Ort, an dem Verkehrspolitik konkret greifbar und heute bereits diskutiert wird.

Umgekehrt beeinflussen auch die lokalen Besonderheiten und Voraussetzungen die Möglichkeiten konkreter Reallabore und ähnlicher Ansätze, die erst durch ihre lokale Einbettung wirksam werden können (van Steenberghe & Frantzeskaki, 2018) und dies unter institutionellen Gesichtspunkten auf jeweils unterschiedliche Weise tun (Raven et al., 2019). Deutlich wird dies z. B. an der jüngeren Entwicklung sogenannter „street experiments“: Für sich genommen können sie große Veränderungen eindrücklich veranschaulichen, ihr Einfluss auf grundlegendere Transformationsprozesse hängt jedoch an ihrer Einbindung in kohärente Politik und ist bisher nur schwer zu bewerten (Bertolini, 2020). Es geht damit auch um miteinander verwobene Lernprozesse der beteiligten Akteure, z. B. in Bezug auf bestimmte Technologien, verbesserte Problemverständnisse oder die Entwicklung von Politikinstrumenten (Goyal & Howlett, 2020). Vor dem Hintergrund der bisher technologisch konzentrierten Diskussion um AF (siehe Abschnitt 2) ist hier entsprechend zu unterstreichen, dass es insbesondere bei größer angelegten Reallaboren nicht nur um technisch orientierte Experimente gehen sollte (Reallabor als „regulatory sandbox“, vgl. BMWi, 2019): Vielmehr sollte es in Reallaboren gerade auch um Umsetzungs Herausforderungen und Formen der Regulierung selbst gehen (Welsch & Albrecht, 2020). Auch rechtliche Fragen sind für die Transformation des Mobilitätssystems wesentlich (Canzler & Knie, 2018), z. B. zu den konkreten Herausforderungen der historisch v. a. auf die Flüssigkeit des (Auto-)Verkehrs orientierten Straßenverkehrsordnung (Pfeifer & Eickelmann, 2020).

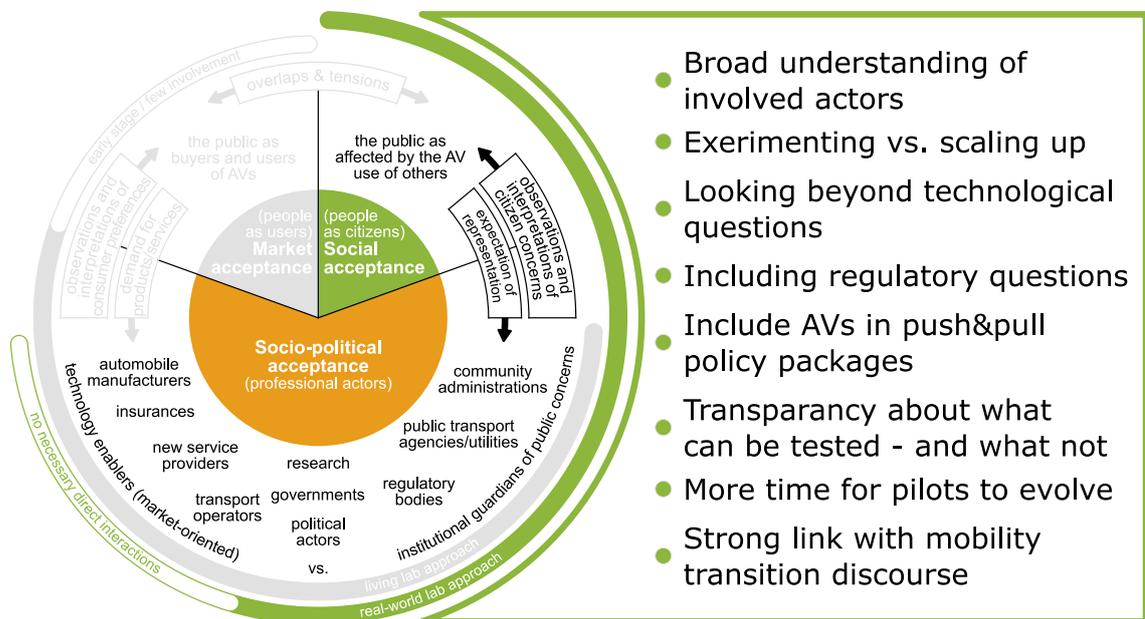
Großes Augenmerk gilt auch den komplexen Beziehungen der vielfältigen Akteure, die von Transformationsprozessen betroffen und/oder an ihnen beteiligt sind. Für die Unterstützung bestimmter Maßnahmen können verschiedene Motivationen ausschlaggebend sein, die z. B. von wirtschaftlichen Interessen bis zur intrinsischen Motivation aufgrund normativer Vorstellungen reichen (Bakker, 2014). Die Komplexität von Akteursnetzwerken an sich stellt in der Transformation insbesondere solche Akteure vor Herausforderungen, die koordinierende, vermittelnde Rollen einnehmen („intermediaries“) und daher auch mit Spannungen und unterschiedlichen Zielorientierungen umgehen müssen (Manders et al., 2020). Scherf (2018) verweist auf das Konzept unterschiedlicher sozialer Welten, die in Innovationsprozessen aufeinander treffen können, was spezifische Reibungspunkte mit sich bringen kann. In diesem Zusammenhang sind daher auch explizite Austauschmöglichkeiten von Interesse, an denen das Handeln unterschiedlicher Akteure aufeinandertrifft und ggf. ausgehandelt wird („bridging events“, Garud & Ahlstrom, 1997).

Berücksichtigt man eine normative Orientierung hin zu nachhaltiger Mobilität, rücken weiter u. a. „advocacy coalitions“ ins Blickfeld, die vor dem Hintergrund ihrer jeweiligen Interessenslagen Transformationsprozesse in spezifische Richtungen zu beeinflussen

suchen (Markard et al., 2016; Marletto, 2019). Angesichts des lange erkannten kooperativen Steuerungsbedarfs in der Verkehrspolitik (Rüb & Seifer, 2007) betrifft eine wesentliche Governance-Frage die Koordination von Teilprozessen einer sozio-technischen Transformation (Pel et al., 2020).

## 6. Potentiale für Reallabore

Die vorangehenden Abschnitte zeigen deutlich, dass sich im Hinblick auf ein nachhaltigeres Mobilitätssystem zum AF vor allem die Frage stellt, wie die Technologie zu einem attraktiveren, ausgeweiteten ÖV beitragen kann. Zugleich ist aber die bisherige Debatte zum AF vor allem technisch geprägt, die Rolle des AF im Mobilitätssystem der Zukunft wird weit weniger diskutiert.



**Abb. V-3: Eckpunkte und Fragestellungen für AF-Reallabore**

Eigene Grafik.

Den bestehenden Steuerungsbedarf im Mobilitätssystem mit all den Fragen aus dem wissenschaftlichen Diskurs, die in Abschnitt 5 skizziert wurden, bringen Orfeuill und Leriche (2019) mit Blick auf das AF auf eine prägnante Formel (S. 247, eigene Übersetzung<sup>5</sup>):

*„Sobald das autonome Fahrzeug die Labore, Teststrecken und Versuchsgelände verlässt, wird es zum sozialen Objekt, so wie es zuvor das Automobil war. Es ist zu hoffen, ja zu*

<sup>5</sup> im französischen Original: „Dès lors que le véhicule autonome quittera les laboratoires, le pistes d'essais et le sites d'expérimentation, il deviendra un objet social, comme l'a été l'automobile avant lui. On peut espérer, et même souhaiter, que des collectivités préparées et des citoyens informés sauront le civiliser plus tôt qu'ils ne l'ont fait pour son ancêtre.“ (Orfeuill & Leriche, 2019, S. 247)

*wünschen, dass vorbereitete Gemeinden und informierte Bürger es schneller zivilisieren können, als sie es bei seinem Vorgänger getan haben.“*

Gestützt auf die Potentiale, welche die in Abschnitt 2 dargestellte Reallaborforschung bietet, liefern die folgenden Abschnitte hierzu eine Skizze, wie Reallabore zum AF gerahmt sein könnten und welche Fragen darin adressiert werden könnten (Überblick in Abb. V-3).

### **6.1. Experimentieren für Nachhaltige Mobilität jenseits technischer Fragen**

Der Reallaborbegriff wird in vielen Fällen genutzt für (Forschungs-)Konstellationen, in denen es v. a. um Testfelder für technologische Fragestellungen geht und in denen Akteure jenseits der Technologieentwicklung nur am Rande einbezogen werden (z. B. das innovationsorientierte Reallaborverständnis in BMWi (2019), vgl. Abschnitt 2). Konkret im Themenfeld des AF im ÖV sind insbesondere auch die Verkehrsunternehmen als wichtige Praxisakteure beim technischen Experimentieren angekommen, das zeigen die vielfältigen Projekte mit (teil-)automatisierten Shuttlefahrzeugen. In Baden-Württemberg ist hier konkret das „Reallabor für den Automatisierten Busbetrieb im ÖPNV in der Stadt und auf dem Land“ (RABus, Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg [VM], 2020b), das jedoch ebenfalls schwerpunktmäßig technische Fragen und eng mit der Technik verbundene Fragen (z. B. juristische Fragen) bearbeitet. Ähnliches gilt für viele weitere Aktivitäten wie beispielsweise die v. a. begleitend ausgerichteten Vorschläge für ein Reallabor im Rahmen der „Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität“ (Nationale Plattform Zukunft der Mobilität [NPM], 2019).

Zugleich werden die wenigsten der Projekte in größeren Zusammenhängen mit den übergreifenden Fragestellungen zur (nachhaltigkeitsorientierten) Transformation im Mobilitätssystem gedacht, konkrete Wechselwirkungen werden in solchen Reallaboren kaum adressiert (vgl. Hopkins & Schwanen, 2018). Das gilt, obwohl die teils identischen Akteure in der parallelen „Verkehrswendebatte“ durchaus ebenfalls angekommen sind – z. B. in Form von ÖV-Unternehmen, die sich zum Mobilitätsanbieter wandeln und (statt bisher getrennter Anbieter) zusätzliche Angebote wie Fahrradverleihsysteme in ihr Portfolio nehmen.

Worum könnte es also in weiter gedachten Reallaboransätzen gehen? Wesentlich erscheint zur Überwindung der dargestellten Schwächen rein technisch orientierten Experimentierens eine konkrete Auseinandersetzung mit möglichen Wechselwirkungen zwischen den technologischen Entwicklungen des AF, ihrer denkbaren Nutzarmachung für neuartige Angebote im ÖV und potentiellen städtebaulichen oder siedlungsstrukturellen Entwicklungen. Über betriebliche Fragen hinaus ist also beispielsweise eine Einbindung von Städten und Gemeinden wichtig, die über das Einbringen von Teststrecken etc. hinaus geht und deren eigene Fragestellungen vor dem Hintergrund ihrer diversifizierten Aufgabenzuschreibungen berücksichtigt. Auch in der Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern – und nicht etwa ‚nur‘ potentiellen Nutzern – beeinflusst dies die (ggf. auch gemeinsam zu erarbeitenden) Fragestellungen.

Gerade die Einbindung von Bürgern verdeutlicht nochmals exemplarisch die Motivation der breiteren Perspektive auf Reallabore zum AF: Die Einbindung von Laien in den Forschungsprozess reicht hier explizit hinaus über die Auseinandersetzung mit eigenen Nutzungsabsichten oder Zahlungsbereitschaften als (potentielle) Nutzer, wie sie in der (engeren) Akzeptanzforschung üblich ist. Stattdessen geht es darum, für (z. B. nachhaltigkeitsbezogene) Fragestellungen durch die kontinuierliche Interaktion im Kontext von Reallaboren einen erweiterten Diskursraum zu öffnen. Neben der inhaltlichen Öffnung für die Perspektive von Bürgern (als Akteure im Mobilitätssystem; über die unmittelbaren Potentiale des AF hinaus, aber durch sie betroffen) geht dies einher mit einer qualitativen Veränderung, indem im Reallabor nicht mehr nur Prototypen usw. an passiven Probanden „getestet“ werden, sondern die Unsicherheiten, Fragen und Einsichten der Bürgern (und eben weiterer Akteure, die nicht der eigentlichen Technikentwicklung zuzuordnen sind) iterativ in den Entwicklungsprozess Eingang finden und die Forschung durch solche Impulse aktiv mitgestaltet wird. Diese Einbindung zielt darauf, frühzeitig auch jene Fragestellungen zu bearbeiten, deren Bearbeitung erst eine Grundlage für eine breitere gesellschaftliche Akzeptanz des AF erwarten lässt – und die zugleich von den Technikentwicklern eine Akzeptanz der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und Anforderungen verlangen und diese in den Entwicklungsprozess einbringen.

Jenseits der Technologie kann es damit in breit aufgestellten Reallaboren z. B. um Umsetzungsfragen oder die Regulierung neuartiger Angebote gehen, wie auch von Experten im Rahmen der MobiliSta-Abschlusskonferenz zum „Reallabor für zukünftige Mobilität“ vorgeschlagen (Welsch & Albrecht, 2020). Die innovationsorientierte Idee von Reallaboren als „regulatory sandboxes“ für technologische Entwicklungen (BMW, 2019) ließe sich hier gleichsam umkehren, um Reallabore gerade zum Versuchsfeld für die Regulierung sich etablierender Technologien zu machen. Dies scheint konkret geboten, da das Themenfeld von Regulierung und Richtlinien konkret als Herausforderung identifiziert und benannt ist (Becker & Schwedes, 2020; Fazlic, 2019; Schwedes, 2022) und bestehende Experimentierklauseln nur sehr begrenzte Spielräume lassen. Auch aus der Sicht potentieller Nutzer erscheint für den Einsatz des AF im ÖV die eigentliche Technologie der Automatisierung weniger relevant. Vielmehr geht es um mögliche neue Qualitäten und Potentiale des ÖV-Angebots an sich (die nur ggf. durch die Technologie erst ermöglicht werden), deren Erprobung und Erforschung dementsprechend im Vordergrund stehen sollte.

Daneben rückt ins Blickfeld, auch die Kombination unterschiedlicher Maßnahmen zu untersuchen („policy packaging“; Justen et al., 2014) und konkret die Kombination von push- und pull-Ansätzen zu testen, d. h. auch restriktive Maßnahmen für (lokal) unerwünschte Formen von Mobilität einzubeziehen in der Annahme, dass ein attraktiverer ÖV alleine für die gewünschten Verkehrsverlagerungen nicht ausreichend ist (Banister, 2008; Bauer et al., 2020).

Mit Blick auf die komplexen Akteurskonstellationen im ÖV (vgl. Abschnitt 4) erfordert eine solche Perspektive die Berücksichtigung der unterschiedlich verteilten Verantwortlichkeiten und Kapazitäten zur Auseinandersetzung mit zukünftigen Potentialen – in den jeweiligen Rollen als potentielle zukünftige Betreiber, Aufgabenträger mit Ausschreibungsverantwortung, Regulierungsbehörde etc. Reallabore können dabei auch ein Instrument

sein, durch neue Formen der Zusammenarbeit Herausforderungen besser zu erkennen und das jeweilige Problembewusstsein zu schärfen und Kompetenzen aufzubauen.

Einen wichtigen Mehrwert bieten breit gedachte Reallabore zum AF auch dadurch, dass die frühzeitige Auseinandersetzung mit den Wechselwirkungen von AF und Mobilitätssystem (gegenüber einem ‚Fertig-Entwickeln‘ und dann mit Wirkungen ‚Umgehen‘) ggf. zumindest einen Beitrag liefern kann, mit der Herausforderung umzugehen, dass jetzt bei noch begrenztem Wissen der involvierten Akteure schon manche Richtungsentscheidung, z. B. in regulatorischer Hinsicht, nötig ist („Collingridge dilemma“, Collingridge, 1980). Auch aus der Perspektive der technologischen Entwicklung kann der erweiterte Blickwinkel helfen, besser und früher zu erkennen, wo sich Synergien und Reibungspunkte zu dynamischen gesellschaftlichen Entwicklungen ergeben.

Bei alledem gilt es sicherzustellen, dass für die Auseinandersetzung mit den skizzierten Fragestellungen genügend zeitliche Freiräume bestehen. Im Gegensatz zu einer eng fokussierten technischen Weiterentwicklung im Bereich von mehreren Monaten sind für viele der zu untersuchenden Prozesse und Abhängigkeiten im ÖV und im Mobilitätssystem insgesamt eher Zeiträume von mehreren Jahren zu erwarten und zweckmäßig, um echte Auswirkungen zu erfassen und damit zu aussagekräftigen Ergebnissen zu gelangen.

### **6.2. Entwicklung einer Diffusionsstrategie für AF im ÖV**

Reallabore sind mit den hier skizzierten Fragestellungen ein möglicher Ansatzpunkt, sich einer konsistenten Diffusionsstrategie öffentlicher Akteure für das AF im ÖV anzunähern, welche die technologischen Potentiale mit den normativen Anforderungen einer Mobilitätswende zielführend verknüpft. Eine solche Diffusionsstrategie ist bisher nicht mit klaren Konturen erkennbar – was nicht erstaunt angesichts der identifizierten Lücken im stark technologisch geprägten Diskurs. Ohne die breite Bearbeitung der Fragestellungen zur Funktion des AF im ÖV und im Mobilitätssystem bleibt schließlich eine erhebliche konzeptionelle Unsicherheit bestehen, die ein konkretes Formulieren von Zielen einer Diffusionsstrategie entscheidend erschwert und damit die Ausarbeitung derselben verhindert.

Die Herausforderung lässt sich konkret verdeutlichen an den zahlreichen aktuellen Pilotbetrieben, die auf den Einsatz kleiner Shuttles bereits mit Level-4-Automatisierung auf definierten Strecken oder in definierten Gebieten zielen: Einerseits sind die entsprechenden Projekte, wie oben skizziert, bisher meist stark auf die Erprobung technischer Komponenten ausgerichtet. In den technischen ‚Artefakten‘ (also den genutzten Shuttle-Fahrzeugen) sind andererseits zumindest implizit Annahmen darüber enthalten, für welche Arten von Angeboten zukünftig automatisierte Fahrzeuge genutzt werden könnten, beispielsweise durch das Platzangebot in Quantität und Qualität. Diese Angebotsüberlegungen werden jedoch über das Formulierungsniveau „neuer, flexiblerer Zubringerdienste, zur Quartierserschließung/ÖV-Hub-Anbindung/...“ o. ä. hinaus kaum systematisch ausbuchstabiert. Projekte wie RABus (s. o.) zeigen dabei, dass die Abgrenzungen hierbei durchaus nicht einheitlich sind, indem dort teilweise auch etwas größere Fahrzeuge untersucht werden.

Zu einer solchen systematischen Auseinandersetzung gehört unter anderem eine umfassende raumstrukturelle Differenzierung (vgl. Schippl & Truffer, 2020) verkehrlicher Potentiale in der Gegenüberstellung von grundsätzlichen technologischen Möglichkeiten und insbesondere wirtschaftlichen Erwägungen privater ebenso wie öffentlicher Akteure. In engem Zusammenhang mit diesem Thema steht die Frage nach möglicherweise anzupassenden Planungs- und Finanzierungsverantwortlichkeiten (Aufgabenträgerschaft), soweit die Nutzung technologischer Effizienzpotentiale beispielsweise nahelegt, die heute verbreitete Differenzierung zwischen (gemeindeverbindenden) Regionalbuslinien und (feinerschließenden) Ortsbussen, Bürgerbussen etc. aufzulösen oder die Anschluss-situation u. a. an den Schienenverkehr neu zu denken. Damit wird zugleich die Bedeutung der Nutzerperspektive deutlich, aus der gesehen es nicht nur um die technische Ausgestaltung des eigentlich Neuen gehen kann, sondern auch um die Integration in durchgehende ÖV-Mobilitätsketten gehen muss. So war beispielsweise auf dem Campus des Marly Innovation Center im schweizerischen Kanton Freiburg ein Kernthema des dort eingerichteten Shuttle-Betriebes die unmittelbare Integration in die gängige ÖV-Verbindungssuche inkl. Anschlusssicherung. Weitere Fragen ergeben sich aus den praktischen Auswirkungen der – abweichend zu heutigen Versuchsbetrieben – zukünftigen Abwesenheit von Personal (z. B. betreffend subjektive Sicherheit, Einstiegshilfe, Hausrecht), um den immer relevanteren Anspruch nach besserer Inklusivität des Mobilitätssystems auch tatsächlich einzulösen. Schließlich stellt sich angesichts der sich abzeichnenden neuen Möglichkeiten für zukünftige Mobilitätsangebote vermehrt auch die Frage nach dem Zusammenwirken mit den sonstigen, insbesondere kommunalen Steuerungsmöglichkeiten des Mobilitätssystems (Push&Pull). Dazu gehören insbesondere mögliche restriktive Maßnahmen im Individualverkehr, auch im Hinblick auf eine sich durch neue, attraktivere Angebote möglicherweise verändernde gesellschaftliche Akzeptanz ebensolcher.

Einige der zu adressierenden Fragen werden im Zusammenhang mit den sich ebenfalls dynamisch entwickelnden On-demand-Angeboten bereits intensiv diskutiert (vgl. Gies & Langer, 2021). Es fehlt also eigentlich nur das konkrete Zusammenbringen der verschiedenen Teildebatten. Der VDV geht hier mit seinem „Innovationspapier“ erste Schritte (Niemann et al., 2021) und Reallabore könnten nun bei der Bearbeitung der bisher aufgeworfenen und der absehbar in Zukunft noch aufkommenden Fragen einen wertvollen Baustein darstellen. Ein in diesem Sinne verbreiteter Diskurs mit dem Impuls des Zusammendenkens von Automatisierung und Mobilitätswende wäre auch eine wichtige Ergänzung zu den aktuellen rechtlichen Entwicklungen, wo das Bundesverkehrsministerium bisher recht isoliert voneinander die juristische Ermöglichung weiterer automatisierter Fahrfunktionen (durchaus mit einem starken Blick auf z. B. Shuttles im ÖV) sowie parallel die Neuordnung des Personenbeförderungsrechts betreibt.

### **6.3. Schnittstellen zu technischen Fragen**

Bei aller Breite der oben vorgeschlagenen Perspektive für Reallabore zum AF bestehen selbstverständlich dennoch zahlreiche Schnittstellen zu und Überlagerungen mit technologischen Fragestellungen. Zusätzlich zu denjenigen, die sich auf die Technologie beziehen, die für die eigentliche Fahraufgabe von AF-Fahrzeugen nötig ist, ergeben sich

durch die aufgeweitete Perspektive aber auch durchaus weitere technische Fragestellungen, die sich aus der Anforderung der Einbindung in das ÖV-System ergeben. Es kann also beispielsweise auch um Fragen wie die betriebliche Einbindung in Leitstellenabläufe oder die nutzerfreundlichen App-Integration gehen, wie sie – unabhängig von der Nutzung von AF im tatsächlichen Betrieb – für neuartige Angebote wie die in Abschnitt 4 erwähnten Angebote „SSB Flex“ (Stuttgart) oder „my shuttle“ (Karlsruhe) wesentlich ist und auch im ebenfalls dort erwähnten „Reallabor Schorndorf“ untersucht wurde. Letztlich geht es also für die in Reallaboren zu bearbeitenden technischen Fragen um die Zielrichtungen und Schnittstellen, welche die beteiligten Akteure mitbringen (vgl. Manders et al., 2018) und die sich unterscheiden zwischen einer rein technologischen AF-Perspektive und der Perspektive auf AF im Mobilitätssystem (vgl. Abschnitt 2).

### 6.4. Bestehende Anknüpfungspunkte

Der Bedarf für Reallabore im Bereich AF ist grundsätzlich auch auf hoher politischer Ebene erkannt und vielfach konkret benannt. Beispielhaft sei hier die sogenannte „Passauer Erklärung“ der europäischen Verkehrsminister aufgeführt, in der „Testfelder“ und „Reallabore“ explizit erwähnt werden (EU and EFTA Ministers of Transport, 2020, S. 10). In Baden-Württemberg werden Reallabore zum AF u. a. im Kontext des Strategiedialogs Automobilwirtschaft BW diskutiert. Neben dem technisch orientierten Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg und dem oben erwähnten Projekt RABus beschäftigt sich hier u. a. das Projekt „bwirkt“ mit Fragen jenseits der Technologie (Staatsministerium Baden-Württemberg, 2020, S. 16). Die Arbeitsgruppe „Autonomes Fahren im ÖPNV“ des Strategiedialogs empfiehlt darüber hinaus aber konkret auch die Auseinandersetzung mit weiteren Fragestellungen, u. a. zur Stadtgestaltung und auch über längere Zeiträume hinweg (VM, 2020a).

## 7. Herausforderungen und Grenzen

Bei allen Potentialen, die Reallaboransätze für die Weiterentwicklung des AF im ÖV bieten, bleiben diese als Experimentierräume doch ‚nur‘ ein bestimmter Baustein. Die angestrebte Transformation im Mobilitätssystem betrifft unter anderem vielfältige professionelle Routinen und Institutionen, die Reallabore alleine nicht umstülpen können. Obwohl Reallabore gerade für engagierte Akteure, die zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten mitgestalten wollen, wertvolle Möglichkeiten bieten, sind diese doch in (fort-)bestehende institutionelle Rahmenbedingungen eingebunden. Für den gewünschten Umfang der Transformation reichen außerdem einige Pioniere nicht aus, sondern es müssen vielmehr Akteure in der Breite mitgenommen werden, damit auch in der Breite Wandel stattfinden kann. Reallabore alleine werden also nicht alle Herausforderungen lösen und die Transformation schaffen. Das gilt umso mehr, als es in der Perspektive AF im Mobilitätssystem eben nicht nur um die technische Entwicklung bestimmter Lösungen geht, die dann von der Industrie einfach umgesetzt und angeboten werden könnten – sondern es werden aufgrund der Erkenntnisse auch aus Reallaboren erst recht Politik und Regulierung gefordert sein.

Wesentliche Fragen zum AF im ÖV betreffen den Rechtsrahmen, um neuartige, flexible Angebote systematisch Teil des ÖV werden zu lassen. Das zeigen die Ergebnisse und Herausforderungen bisheriger Projekte (z. B. Luchmann et al., 2019) ebenso wie beispielsweise die Debatten um die Novellierung des Personenbeförderungsgesetzes mit Blick auf Sharing-/Pooling-Angebote, Betriebssitze usw. oder um den Gesetzesrahmen des AF an sich mit Elementen wie der technischen Aufsicht im ÖV (siehe auch unter 6.2). Auch im oben genannten Strategiedialog Automobilwirtschaft BW sind u. a. die Weiterentwicklung des Rechtsrahmens im ÖV oder die weitergehende Analyse verkehrlicher Wirkungen als Themenfelder benannt, die über die Möglichkeiten von Reallaboren deutlich hinausreichen (VM, 2020a).

Im Hinterkopf bleiben muss auch weiterhin, dass es selbst für den besten und regulatorisch optimal eingebetteten automatisierten ÖV unter ansonsten unveränderten Rahmenbedingungen wirtschaftlich kaum erreichbar ist, aus sich selbst heraus ein flächendeckendes Angebotsniveau zu schaffen, das signifikant vom Individualverkehr wegzulocken vermag (Luchmann et al., 2019, S. 47). Angesichts des anerkannten Bedarfs für eine grundlegende Transformation unterstreicht dies umso mehr die Bedeutung aufeinander abgestimmter Strategien in den unterschiedlichen Bereichen des Mobilitätssystems und damit den Bedarf, die technologischen Potentiale des AF im ÖV – auch in Reallaboren – nicht isoliert zu betrachten. Im Hinblick auf ein tatsächlich nachhaltigeres Mobilitätssystem müssen deswegen weiterhin Push-&Pull-Faktoren im Blick bleiben, die auch beim Einsatz von Automatisierung im Individualverkehr gestaltend eingreifen – und gegen die Dystopie einer noch stärker an Dominanz gewinnenden Automobilität mit ihren negativen Externalitäten wirken. In dieser Hinsicht scheint es zentral für den weiteren wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskurs, insgesamt offen über die Grenzen und Herausforderungen bestehender Visionen und Versprechungen der automatisierten Mobilität der Zukunft und die ihnen zugrundeliegenden Annahmen zu sprechen und sich ihre Abhängigkeiten bewusst zu machen.

### **7.1. Wissenschaftliche Erkenntnis vs. praktische Umsetzung**

Ausführlich wurde in den vorangehenden Abschnitten dargelegt, wie wesentlich eine Verbreiterung des auf den ersten Blick v. a. technologisch relevant erscheinenden Entwicklungsfeldes AF ist und in welcher Weise Reallabore mit ihren diversen Verständnissen und ihrer Perspektive auf Nachhaltigkeit und Transformation dabei helfen können. Die unterschiedlichen vorgestellten Ansätze unterscheiden sich dabei u. a. auch in der Frage, welche Rolle jeweils originäre Forschungsfragen spielen im Verhältnis zu den jeweiligen Ansätzen als praxisorientierte Instrumente zum Testen und Umsetzen. Für die Transformation im Mobilitätssystem spielen eben gerade nicht nur technisch getriebene Entwicklungen eine Rolle, sondern es geht um das Zusammenspiel mit vielen anderen Faktoren und Maßnahmen. Von diesen sind viele in ihrer grundsätzlichen Zielrichtung längst definiert und wissenschaftlich breit erforscht, z. B. Verkehrsvermeidung und Stärkung des Umweltverbundes (Bongardt et al., 2019). In diesen Bereichen gibt es damit statt einem Erkenntnis- vielmehr ein Umsetzungsdefizit – das seinerseits komplexe Ursachen z. B. in der politischen Willensbildung oder hinsichtlich personeller Kapazitäten bei den Kommunen hat.

Reallabore zum AF versprechen damit einerseits durchaus weitere wissenschaftliche Grundlagenkenntnisse, soweit es beispielsweise um bestimmte Maßnahmenkombinationen oder eine umfangreichere Auseinandersetzung mit den Aspekten einer breit verstandenen Akzeptanz geht. Es ist andererseits jedoch klar, dass es nicht in allen Teilbereichen gleichermaßen noch an Systemwissen mangelt, so dass dort der Mehrwert vor allem in der Hilfe zur Umsetzung liegt. Der mögliche Forschungsanspruch von Reallaboren braucht dort also nicht zum Feigenblatt werden, um mit dem zu warten, womit man schon loslegen könnte – und wofür es oft genug längst umfangreiche Pläne gibt: Besonders für den (konventionellen) Ausbau im Umweltverbund geht es bisher oft um Umsetzungsgeschwindigkeiten und Finanzierung, aber weniger um die grundsätzliche Zielrichtung. Hier liegt für Reallabore vor allem die Untersuchung kluger Ergänzungen durch neue AF-basierte Angebote nahe.

## 8. Fazit

Dieses Diskussionspapier unternimmt den Versuch, die vielfältigen Potentiale von Reallaboren aufzuzeigen, durch die ein wichtiger Beitrag zur Entwicklung einer detaillierten Diffusionsstrategie für das AF auch und besonders im ÖV geleistet werden könnte. Dabei werden Reallabore hier explizit breit und nachhaltigkeitsorientiert verstanden. Dort könnte weit über technisches Erproben von Komponenten der Fahrzeugautomatisierung hinaus ein Teil des gesellschaftlichen Diskurses zum AF geführt werden, der für eine tragfähige, gesellschaftlich akzeptierte Gestaltung der politisch zum Ziel gesetzten Verkehrs- und Mobilitätswende dringend erforderlich erscheint.

Es ergibt wenig Sinn, gleichzeitig in Testfeldern das AF technologisch zu einer angenommenen ‚Marktreife‘ zu treiben und in Urban Transition Labs mit alternativen Mobilitätzzukünften zu experimentieren – so lange nicht zumindest zusätzlich auch solche Experimentierräume geschaffen werden, in denen die technologische Perspektive und die Frage der Transformation des Mobilitätssystems gemeinsam Raum finden und miteinander in einen produktiven Austausch treten. Das engere Zusammendenken der beiden Stränge erscheint vor allem deswegen essentiell, weil ansonsten das konkrete Risiko besteht, die klar identifizierten Probleme der heutigen Automobilität durch die weitere Vertiefung bestehender Pfadabhängigkeiten und Rebound-Effekte letztlich doch zu perpetuieren und möglicherweise zu verschärfen. Während Akteure wie der VDV die Diskussion einer positiven Mobilitätzzukunft („AF-heaven“) mit einem neu gedachten ÖV als starkem Kern durchaus betreiben (Leonetti et al., 2020), in der mit technologischer Hilfe beispielsweise Erreichbarkeitslücken geschlossen und eine nachhaltigere Mobilität insgesamt unterstützt wird, ist diese Debatte bisher noch nicht in einen breiteren gesellschaftlichen Diskurs überführt.

Mit Blick auf die unterschiedlichen Szenarien, welche für die Auswirkungen des AF auf das Mobilitätssystem aktuell diskutiert werden, könnten Reallabore einen wesentlichen Debattenbeitrag leisten: Als physisch erlebbare Diskursräume könnten sie die Öffnung für die gesellschaftliche Aushandlung möglicher und erwünschter Mobilitätzzukünfte rund um das AF erleichtern und unterstützen. Die bereits an Dynamik gewinnende Debatte zur Verkehrs- und Mobilitätswende bietet dabei wichtige Anknüpfungspunkte. Reallabore

könnten damit ein wertvolles Instrument werden, um die mögliche Mobilitätszukunft eines „AF-heaven“ und deren Beiträge zu verkehrspolitischen Zielen konkret zu demonstrieren sowie mit ihren inneren Zusammenhängen zu experimentieren.

## Abkürzungsverzeichnis

AF	Automatisiertes Fahren
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖSPV	Öffentlicher Straßenpersonennahverkehr
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
VVS	Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart

## Literaturverzeichnis

- Abb, T., Baier, J., Engelhart, I., Faget, H., Fleischer, T., Kistner, K., Krams, B., Kreinberger, M., Mansel, A., Groß, N., Sander-Zuck, K., Schmaus, M., Schmidt, M., Schreib, P. & Taminé, O. (2020). *Empfehlungen aus der Ideenschmiede Mobilität im ländlichen Raum 2020*. [https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/Anlage\\_zu\\_PM\\_Empfehlungen\\_der\\_Ideenschmiede\\_Mobilit%C3%A4t\\_im\\_L%C3%A4ndlichen\\_Raum\\_2020.pdf](https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/Anlage_zu_PM_Empfehlungen_der_Ideenschmiede_Mobilit%C3%A4t_im_L%C3%A4ndlichen_Raum_2020.pdf)
- Alonso Raposo, M., Ciuffo, B., Alves Dias, P., Ardente, F., Aurambout, J. P., Baldini, G., Baranzelli, C., Blagoeva, D., Bobba, S., Braun, R., Cassio, L. G., Chawdhry, P., Christidis, P., Christodoulou, A., Corrado, S., Duboz, A., Duch Brown, N., Felici, S., Fernandez Macias, E., . . . Vandecasteele, I. (2019). *The future of road transport: implications of automated, connected, low carbon and shared mobility*. European Commission – Joint Research Centre. <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/future-road-transport> <https://doi.org/10.2760/668964>
- Alstom. (2020, 27. Mai). *Weltneuheit: Automatischer Zugbetrieb für Regionalverkehrszüge soll in Deutschland getestet werden* [Pressemitteilung]. <https://www.alstom.com/de/press-releases-news/2020/5/weltneuheit-automatischer-zugbetrieb-fuer-regionalverkehrszuege-soll>
- Bakker, S. (2014). Actor rationales in sustainability transitions – Interests and expectations regarding electric vehicle recharging. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 13, 60–74. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.08.002>
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Bauer, U., Bracher, T. & Gies, J. (2020). *Ein anderer Stadtverkehr ist möglich*. Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu). <https://difu.de/publikationen/2020/ein-anderer-stadtverkehr-ist-moeglich>
- Becker, U. J. & Schwedes, O. (2020). *Zur Reformbedürftigkeit der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Plädoyer für ein repräsentatives Verfahren bei der Festlegung von Richtlinien im Straßenverkehr* (IVP-Discussion Paper 2020 (3)). Berlin. TU Berlin, Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung. [https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion\\_Paper/DP16\\_BeckerSchwedes.pdf](https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP16_BeckerSchwedes.pdf)

## V. Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr

- Bertolini, L. (2020). From “streets for traffic” to “streets for people”: can street experiments transform urban mobility? *Transport Reviews*, 40(6), 734–753. <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1761907>
- Bongardt, D., Stiller, L., Swart, A. & Wagner, A. (2019). *Sustainable Urban Transport: Avoid-Shift-Improve (A-S-I)*. Eschborn. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). <https://www.sutp.org/download/7010/>
- Bratzel, S. (1999). *Umweltorientierter Verkehrspolitikwandel in Städten. Eine vergleichende Analyse der Innovationsbedingungen von „relativen Erfolgsfällen“* (Veröffentlichung der Abteilung „Organisation und Technikgenese“ des Forschungsschwerpunktes Technik-Arbeit-Umwelt am WZB FS II 99-103). Berlin. <https://bibliothek.wzb.eu/pdf/1999/ii99-103.pdf>
- Brost, M., Gebhardt, L., Karnahl, K., Deißer, O., Steiner, T., Ademeit, A.-M., Brandies, A., Sippel, T., Velimsky, J., Müller, A., Beyer, S. & Ulmer, F. (2019). *Reallabor Schorndorf: Entwicklung und Erprobung eines bedarfsgerechten Bussystems*. Stuttgart. [https://www.reallabor-schorndorf.de/wp-content/uploads/2016/08/2019\\_Projektbericht-Reallabor-Schorndorf.pdf](https://www.reallabor-schorndorf.de/wp-content/uploads/2016/08/2019_Projektbericht-Reallabor-Schorndorf.pdf)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). (2019). *Freiräume für Innovationen: Das Handbuch für Reallabore*. [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/handbuch-fuer-reallabore.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/handbuch-fuer-reallabore.pdf?__blob=publicationFile)
- Canzler, W. & Knie, A. (2018). *Die Zukunft urbaner Mobilität – Ansätze für eine ökologische Verkehrswende im digitalen Zeitalter* (böll.brief Grüne Ordnungspolitik Nr. 6). Berlin. Heinrich Böll Stiftung. <https://www.boell.de/de/2018/04/16/die-zukunft-urbaner-mobilitaet-boellbrief-gruene-ordnungspolitik-6>
- Chase, R. (3. April 2014). Will a World of Driverless Cars Be Heaven or Hell? *The Atlantic Citylab*. <http://www.citylab.com/commute/2014/04/will-world-driverless-cars-be-heaven-or-hell/8784/>
- Collingridge, D. (1980). *The social control of technology*. Pinter.
- Creger, H., Espino, J. & Sanchez, A. S. (2019). *Autonomous vehicle heaven or hell? Creating a transportation revolution that benefits all*. Greenlining Institute. [https://greenlining.org/wp-content/uploads/2019/01/R4\\_AutonomousVehiclesReportSingle\\_2019\\_2.pdf](https://greenlining.org/wp-content/uploads/2019/01/R4_AutonomousVehiclesReportSingle_2019_2.pdf)
- Dangschat, J. S. & Stickler, A. (2020). Kritische Perspektiven auf eine automatisierte und vernetzte Mobilität. In C. Hannemann, F. Othengrafen, J. Pohlan, B. Schmidt-Lauber, R. Wehrhahn & S. Güntner (Hrsg.), *Jahrbuch StadtRegion 2019/2020* (S. 53–74). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-30750-9\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-30750-9_3)
- Deutsche Bahn. (2020). *Das Konzept „Digitales Testfeld“*. <https://www1.deutschebahn.com/testfeld/contentseite-a1-3223920>
- EU and EFTA Ministers of Transport. (2020, 29. Oktober). *Smart Deal for Mobility: Shaping the mobility of the future with digitalisation – sustainable, safe, secure and efficient: Passau declaration on the occasion of the virtual Informal Meeting of EU and EFTA Ministers of Transport under the auspices of the German EU Council Presidency*. Passau. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/EU-Ratspraesidentschaft/verkehrsministertreffen-digitalisierung-der-mobilitaet-29-30-09-2020.html>
- Fazlic, N. (2019). *Deutsche Regelwerke und die Verkehrswende: Teil der Lösung oder Teil des Problems? Die Grundlagen der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen im Vergleich mit der Radverkehrsgestaltung in Norwegen* (IVP-Discussion Paper 2019 (1)). Berlin. TU Berlin, Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung. [https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion\\_Paper/DP13\\_Deutsche\\_Regelwerke\\_und\\_die\\_Verkehrswende.pdf](https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP13_Deutsche_Regelwerke_und_die_Verkehrswende.pdf)
- Fraedrich, E., Beiker, S. A. & Lenz, B. (2015). Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility. *European Journal of Futures Research*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s40309-015-0067-8>
- Fünfschilling, L. & Truffer, B. (2014). The structuration of socio-technical regimes—Conceptual foundations from institutional theory. *Research Policy*, 43(4), 772–791. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.010>
- Garud, R. & Ahlstrom, D. (1997). Technology assessment: A socio-cognitive perspective. *Journal of Engineering and Technology Management*, 14(1), 25–48. [https://doi.org/10.1016/S0923-4748\(97\)00005-2](https://doi.org/10.1016/S0923-4748(97)00005-2)

- Geels, F. W. (2014). Reconceptualising the co-evolution of firms-in-industries and their environments: Developing an inter-disciplinary Triple Embeddedness Framework. *Research Policy*, 43(2), 261–277. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.006>
- Gies, J. & Langer, V. (2021). *Mit On-Demand-Angeboten ÖPNV-Bedarfsverkehre modernisieren* (Sonderveröffentlichung). Berlin. Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu). <https://repository.difu.de/jspui/handle/difu/579221>
- Goyal, N. & Howlett, M. (2018). Technology and Instrument Constituencies as Agents of Innovation: Sustainability Transitions and the Governance of Urban Transport. *Energies*, 11(5), 1198. <https://doi.org/10.3390/en11051198>
- Goyal, N. & Howlett, M. (2020). Who learns what in sustainability transitions? *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 311–321. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.09.002>
- Hausknost, D. & Haas, W. (2019). The Politics of Selection: Towards a Transformative Model of Environmental Innovation. *Sustainability*, 11(2), 506. <https://doi.org/10.3390/su11020506>
- Hempel, L. & Vedder, D. (2011). Subjektive Sicherheit im ÖPNV: Test und Evaluation ausgewählter Maßnahmen. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 20(1), 75–78. <https://doi.org/10.14512/tatup.20.1.75>
- Hopkins, D. & Schwanen, T. (2018). Experimentation with vehicle automation. In K. E. Jenkins & D. Hopkins (Hrsg.), *Transitions in Energy Efficiency and Demand* (S. 72–93). Routledge.
- Justen, A., Schippl, J., Lenz, B. & Fleischer, T. (2014). Assessment of policies and detection of unintended effects: Guiding principles for the consideration of methods and tools in policy-packaging. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 60, 19–30. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.10.015>
- Kettner, B. (2020). *Stellungnahme des Verkehrsclubs Deutschland e. V. (VCD) zum Referentenentwurf zur Änderung des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG)*. Berlin. Verkehrsclub Deutschland e.V. (VCD). [https://www.vcd.org/fileadmin/user\\_upload/Redaktion/Themen/Oeffentlicher\\_Personennahverkehr/Personenbefoerderungsgesetz/Stellungnahme\\_des\\_VCD\\_zur\\_PBefG-Novellierung.pdf#page=1&zoom=auto,-274,843](https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Themen/Oeffentlicher_Personennahverkehr/Personenbefoerderungsgesetz/Stellungnahme_des_VCD_zur_PBefG-Novellierung.pdf#page=1&zoom=auto,-274,843)
- Köhler, J., Turnheim, B. & Hodson, M. (2020). Low carbon transitions pathways in mobility: Applying the MLP in a combined case study and simulation bridging analysis of passenger transport in the Netherlands. *Technological Forecasting and Social Change*(151), 119314. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.06.003>
- Krail, M., Hellekes, J., Schneider, U., Dütschke, E., Schellert, M., Rüdiger, D., Steindl, A., Luchmann, I., Waßmuth, V., Flämig, H., Schade, W. & Mader, S. (2019). *Energie- und Treibhausgaswirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens im Straßenverkehr*. Karlsruhe. <https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccn/2019/energie-treibhausgaswirkungen-vernetztes-fahren.pdf>
- Leonetti, E., Ackermann, T. & Schmitz, M. (2020). *Eckpunkte zum Rechtsrahmen für einen vollautomatisierten und fahrerlosen Level 4 Betrieb im öffentlichen Verkehr: Positionspapier*. Köln. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). <https://www.vdv.de/20201016-vdv-positionspapier-eckpunktepapier-fuer-rechtsrahmen-zum-autonomen-fahren-im-oev.pdf>
- Luchmann, I., Reuter, C., Karthaus, D., Strauß, P., Knoch, E.-M., Kistorz, N., Hilgert, T., Kagerbauer, M., Frey, M., Niemann, J. & Baumann, C. (2019). *Voraussetzungen & Einsatzmöglichkeiten von automatisiert und elektrisch fahrenden (Klein-) Bussen im ÖPNV: Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben LEA (Klein-)Bus*. Berlin, Karlsruhe, Hamburg. [http://www.fast.kit.edu/lff/Automatisierung\\_13158.php](http://www.fast.kit.edu/lff/Automatisierung_13158.php)
- Lyons, G. & Davidson, C. (2016). Guidance for transport planning and policymaking in the face of an uncertain future. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 88, 104–116. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.03.012>
- Manders, T. N., Wiczorek, A. J. & Verbong, G. P. J. (2018). Understanding smart mobility experiments in the Dutch automobility system: Who is involved and what do they promise? *Futures*, 96, 90–103. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.12.003>
- Manders, T. N., Wiczorek, A. J. & Verbong, G. P. J. (2020). Complexity, tensions, and ambiguity of intermediation in a transition context: The case of Connecting Mobility. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 183–208. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.01.011>

## V. Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr

- Manderscheid, K. (2020). Antriebs-, Verkehrs- oder Mobilitätswende? Zur Elektrifizierung des Automobilitätsdispositivs. In A. Brunnengräber & T. Haas (Hrsg.), *Baustelle Elektromobilität: Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität* (S. 37–67). transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839451656-003>
- Markard, J., Suter, M. & Ingold, K. (2016). Socio-technical transitions and policy change – Advocacy coalitions in Swiss energy policy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 18, 215–237. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.05.003>
- Marletto, G. (2019). Who will drive the transition to self-driving? A socio-technical analysis of the future impact of automated vehicles. *Technological Forecasting and Social Change*, 139, 221–234. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.10.023>
- McCrorry, G., Schäpke, N. A., Holmén, J. & Holmberg, J. (2020). Sustainability-oriented labs in real-world contexts: An exploratory review. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123202. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123202>
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (VM). (2020a). *Autonomes Fahren im ÖPNV: Empfehlungspapier der Arbeitsgruppe B im Themenfeld 5 des Strategiedialogs Automobilwirtschaft BW*. [https://sda2020.de/fileadmin/files/Themenfelder/TF5\\_PDF/TF5\\_Autonom\\_PDF2.pdf](https://sda2020.de/fileadmin/files/Themenfelder/TF5_PDF/TF5_Autonom_PDF2.pdf)
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (VM). (2020b, 18. November). *Verkehrsminister Hermann gibt Startschuss für Reallabore: Die Zukunft des ÖPNV ist elektrifiziert und automatisiert: Land fördert Forschungsprojekt RABus mit 7 Millionen Euro* [Pressemitteilung]. <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/verkehrsminister-hermann-gibt-startschuss-fuer-reallabore/>
- Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (MWK). (2018). *Baden-Württemberg fördert Reallabore*. <https://mwk.baden-wuerttemberg.de/de/forschung/forschungspolitik/wissenschaft-fuer-nachhaltigkeit/reallabore/>
- Mitteregger, M., Bruck, E. M. & Soteropoulos, A. (2020). *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa* (1st ed. 2020). <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61283-5>
- Nationale Plattform Zukunft der Mobilität. (2019). *Handlungsempfehlungen zum autonomen Fahren: Arbeitsgruppe 3 „Digitalisierung für den Mobilitätssektor“*. Berlin. <https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/2download/handlungsempfehlungen-zum-autonomen-fahren/>
- Nevens, F., Frantzeskaki, N., Gorissen, L. & Loorbach, D. A. (2013). Urban Transition Labs: Co-creating transformative action for sustainable cities. *Journal of Cleaner Production*, 50, 111–122. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.001>
- Niemann, J., Stegemann, T. & Scharl, A. (2021). *Innovationspapier zur automatisierten und fahrerlosen Personenbeförderung: Erstellt im Auftrag des Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V.* Hamburg, Nürnberg. <https://www.vdv.de/innovationspapier-autonomes-fahren.pdf>
- Orfeu, J.-P. & Leriche, Y. (2019). *Pilote le véhicule autonome: Au service de la ville. Cultures mobiles*. Descartes & Cie.
- Parodi, O., Beecroft, R., Albiez, M., Quint, A., Seebacher, A., Tamm, K. & Waitz, C. (2017). The ABC of Real-world Lab Methodology: From “Action Research” to “Participation” and Beyond. *Dialog*(126/127), 74–82.
- Pel, B., Raven, R. & van Est, R. (2020). Transitions governance with a sense of direction: synchronization challenges in the case of the dutch ‘Driverless Car’ transition. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120244. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120244>
- Pfeifer, F. & Eickelmann, E. (2020, 9. Oktober). *Ein Gespräch zwischen Nahverkehrsplan und Anordnung nach StVO: Vergleichende Betrachtung der Neuerungen in StVO und PBefG aus urbaner und ländlicher Perspektive: Vortrag*. 11. Pegasus-Jahrestagung, online.
- Raven, R., Sengers, F., Spaeth, P., Xie, L., Cheshmehzangi, A. & Jong, M. de (2019). Urban experimentation and institutional arrangements. *European Planning Studies*, 27(2), 258–281. <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1393047>

- Rip, A. (2006). Folk Theories of Nanotechnologists. *Science as Culture*, 15(4), 349–365.  
<https://doi.org/10.1080/09505430601022676>
- Rip, A. (2010). De facto Governance of Nanotechnologies. In M. Goodwin, B.-J. Koops & R. Leenes (Hrsg.), *Dimensions of technology regulation* (S. 285–308). Wolf Legal Publishers - WLP.
- Rittel, H. W. J. & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4(2), 155–169. <https://doi.org/10.1007/bf01405730>
- Rüb, F. W. & Seifer, K. (2007). Vom Government zur Governance. In O. Schöller, W. Canzler & A. Knie (Hrsg.), *Handbuch Verkehrspolitik* (S. 161–175). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Runder Tisch Automatisiertes Fahren – AG Forschung. (2015). *Bericht zum Forschungsbedarf*. [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-forschungsbedarf-runder-tisch-automatisiertes-fahren.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-forschungsbedarf-runder-tisch-automatisiertes-fahren.pdf?__blob=publicationFile)
- Rupprecht, S., Buckley, S., Crist, P. & Lappin, J. (2018). “AV-Ready” Cities or “City-Ready” AVs? In G. Meyer & S. Beiker (Hrsg.), *Road Vehicle Automation 4* (S. 223–233). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60934-8\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60934-8_18)
- SAE International. (2018). *Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles: SAE document J3016. Issued 2014, revised 2018*. Warrendale, PA. [https://saemobilus.sae.org/content/j3016\\_201806](https://saemobilus.sae.org/content/j3016_201806)
- Scherf, C. (2018). *Volle Fahrt à la carte? Mobilitätskarten als Vermittlungsversuche zwischen sozialen Welten. Blickwechsel: Schriftenreihe des Zentrum Technik und Gesellschaft der TU Berlin: Bd. 14*. Oekom; Franz Steiner Verlag.
- Schippl, J. & Truffer, B. (2020). Directionality of transitions in space: Diverging trajectories of electric mobility and autonomous driving in urban and rural settlement structures. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 37, 345–360.  
<https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.10.007>
- Schneidewind, U., Augenstein, K., Stelzer, F. & Wanner, M. (2018). Structure Matters: Real-World Laboratories as a New Type of Large-Scale Research Infrastructure: A Framework Inspired by Giddens’ Structuration Theory. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 27(1), 12–17. <https://doi.org/10.14512/gaia.27.S1.5>
- Schwanen, T. (2015). The Bumpy Road toward Low-Energy Urban Mobility: Case Studies from Two UK Cities. *Sustainability*, 7(6), 7086–7111. <https://doi.org/10.3390/su7067086>
- Schwedes, O. (2013). Möglichkeiten und Grenzen kommunaler Verkehrspolitik. In T. Bracher, K. Dziekan, J. Gies, H. Holzapfel, F. Huber, F. Kiepe, U. Reutter, K. Saary & O. Schwedes (Hrsg.), *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung: Strategien, Konzepte, Maßnahmen für eine integrierte und nachhaltige Mobilität* (68. Ergänzungs-Lieferung, Kapitel 3.1.2.1). Wichmann-Fachmedien.
- Schwedes, O. (2022). Verkehrswissenschaft zwischen Demokratie und Expertokratie. Das Beispiel der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. *spw*(248), 57–64.  
[https://www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002265/Mitarbeiter/Veroeffentlichungen/Schwedes/spw\\_FGSV\\_schwedes.pdf](https://www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002265/Mitarbeiter/Veroeffentlichungen/Schwedes/spw_FGSV_schwedes.pdf)
- Staatsministerium Baden-Württemberg. (2020). *Dritter Fortschrittsbericht Strategiedialog Automobilwirtschaft BW*. Stuttgart. [https://sda2020.de/fileadmin/files/Themenfelder/TF0\\_PDF/TF0\\_Allgemein\\_PDF3.pdf](https://sda2020.de/fileadmin/files/Themenfelder/TF0_PDF/TF0_Allgemein_PDF3.pdf)
- Stickler, A. (2020). Automatisiertes und vernetztes Fahren als Zukunftsperspektive für Europa? Eine Diskursanalyse der gegenwärtigen europäischen Politik. In A. Brunnengräber & T. Haas (Hrsg.), *Baustelle Elektromobilität: Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität* (S. 93–115). transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839451656-005>
- Upham, P., Oltra, C. & Boso, À. (2015). Towards a cross-paradigmatic framework of the social acceptance of energy systems. *Energy Research & Social Science*, 8, 100–112.  
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.05.003>
- van Steenberghe, F. & Frantzeskaki, N. (2018). The Importance of Place for Urban Transition Experiments: Understanding the embeddedness of urban living labs. In S. Marvin, H. Bulkeley, L. Mai, K. McCormick & Y. V. Palgan (Hrsg.), *Urban living labs: Experimentation with city futures*. Routledge Taylor.

## V. Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr

- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). (2021). *Autonome Shuttle-Bus-Projekte in Deutschland*. <https://www.vdv.de/liste-autonome-shuttle-bus-projekte.aspx>
- Welsch, J. & Albrecht, J. (2020). *Raus aus der Nische!? Reallabore als Format der transformativen Mobilitätsforschung: Dokumentation der digitalen MobiliSta-Abschlussveranstaltung am 02.11.2020*. <http://mobiliSta.sennestadt.de/details/dokumentation-der-digitalen-abschlusskonferenz.html>
- ZebraLog GmbH & Fraunhofer ISI. (2020). *Zusammenfassung der Ergebnisse aus dem Regionaldialog „Nachhaltige urbane Mobilität“ in Karlsruhe: Beteiligungsprozess zur Weiterentwicklung der Hightech-Strategie 2025*. [https://www.mitmachen-hts.de/sites/default/files/downloads/beteiligungsprozess\\_regionaldialog\\_karlsruhe\\_ergebnisbericht\\_20201027.pdf](https://www.mitmachen-hts.de/sites/default/files/downloads/beteiligungsprozess_regionaldialog_karlsruhe_ergebnisbericht_20201027.pdf)
- Zimmer, F. (2020). Nur das Richtige im Falschen? Mobilität zwischen Innovation und automobiler Pfadabhängigkeit. In A. Brunnengräber & T. Haas (Hrsg.), *Baustelle Elektromobilität: Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität* (S. 117–136). transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839451656-006>

## Anhang

### A1. Literaturbasis zu Wirkungsdimensionen des AF

Quellenliste für die literaturgestützte Analyse der Wirkungsdimensionen des AF (siehe Kapitel 1.1). Einträge im allgemeinen Literaturverzeichnis nur gelistet, falls auch anderweitig im Bericht zitiert.

#### Allgemeine Studien zu Mobilitätszukünften mit AF

- Bierstedt, J., Gooze, A., Gray, C., Petermann, J., Raykin, L. & Walters, J. (2014). *Effects of next-generation vehicles on travel demand and highway capacity*. FP THINK Working Group. [http://orfe.princeton.edu/~alaink/Papers/FP\\_NextGenVehicleWhitePaper012414.pdf](http://orfe.princeton.edu/~alaink/Papers/FP_NextGenVehicleWhitePaper012414.pdf)
- Crist, P. & Voegelé, T. (2018). *Safer roads with automated vehicles?* <https://www.itf-oecd.org/safer-roads-automated-vehicles>
- Dörr, H., Marsch, V. & Romstorfer, A. (2017). Automatisiertes Fahren im Mobilitätssystem: Ein Spannungsbogen zwischen Ethik, Mobilitätsausübung, technischem Fortschritt und Markterwartungen. *Internationales Verkehrswesen*, 69(4), 40–44.
- Fleischer, T. & Schippl, J. (2018). Automatisiertes Fahren. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 27(2), 11–15. <https://doi.org/10.14512/tatup.28.2.11>
- Foljanty, L. & Duong, T. C. (2016). Autonomes Fahren: Chancen, Herausforderungen und Handlungsfelder für öffentliche Akteure. *Internationales Verkehrswesen*, 68(2), 46–48.
- Folsom, T. C. (2012). Energy and Autonomous Urban Land Vehicles. *IEEE Technology and Society Magazine*, 31(2), 28–38. <https://doi.org/10.1109/MTS.2012.2196339>
- Fraedrich, E., Beiker, S. A. & Lenz, B. (2015). Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility. *European Journal of Futures Research*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s40309-015-0067-8>
- Fraedrich, E., Kröger, L., Bahamonde-Birke, F., Frenzel, I., Liedtke, G., Trommer, S., Lenz, B. & Heinrichs, D. (2017). *Automatisiertes Fahren im Personen- und Güterverkehr: Auswirkungen auf den Modal-Split, das Verkehrssystem und die Siedlungsstrukturen*. [https://www.e-mobilbw.de/files/e-mobil/content/DE/Publikationen/PDF/PDF\\_2017/Studie\\_AutomatisiertesFahren.pdf](https://www.e-mobilbw.de/files/e-mobil/content/DE/Publikationen/PDF/PDF_2017/Studie_AutomatisiertesFahren.pdf)
- Hars, A. (2014). Wie revolutionär sind selbstfahrende Fahrzeuge? — Eine Wirkungskettenanalyse. In H. Proff (Hrsg.), *Radikale Innovationen in der Mobilität: Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte* (S. 267–283). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-03102-2\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-658-03102-2_16)
- Lemmer, K. (2016). *Neue autoMobilität: Automatisierter Straßenverkehr der Zukunft* (acatech Studie). <https://www.acatech.de/publikation/neue-automobilitaet-automatisierter-strassenverkehr-der-zukunft/>
- Litman, T. (2018). *Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute. <https://www.vtpi.org/avip.pdf>
- Meyer, J., Becker, H., Bösch, P. M. & Axhausen, K. W. (2017). Autonomous vehicles: The next jump in accessibilities? *Research in Transportation Economics*, 62, 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.03.005>
- Perret, F., Fischer, R. & Frantz, H. (2018). Automatisiertes Fahren als Herausforderung für Städte und Regionen. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 27(2), 31–37. <https://doi.org/10.14512/tatup.27.2.31>
- Pudāne, B., Rataj, M., Molin, E. J., Mouter, N., van Cranenburgh, S. & Chorus, C. G. (2019). How will automated vehicles shape users' daily activities? Insights from focus groups with commuters in the Netherlands. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 71, 222–235. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.11.014>

## V. Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr

- Stocker, A. & Shaheen, S. A. (2017). *Shared Automated Vehicles: Review of Business Models* (Discussion Paper No. 2017-09). International Transport Forum (ITF).  
<https://www.itf-oecd.org/shared-automated-vehicles-review-business-models>
- Trommer, S., Kolarova, V., Fraedrich, E., Kröger, L., Kickhöfer, B., Kuhnimhof, T., Lenz, B. & Phleps, P. (2016). *Autonomous Driving: The Impact of Vehicle Automation on Mobility Behaviour*. ifmo - Institute for Mobility Research. [https://www.ifmo.de/files/publications\\_content/2016/ifmo\\_2016\\_Autonomous\\_Driving\\_2035\\_en.pdf](https://www.ifmo.de/files/publications_content/2016/ifmo_2016_Autonomous_Driving_2035_en.pdf)

### Studien zu Detailspekten des AF

- Axsen, J. & Sovacool, B. K. (2019). The roles of users in electric, shared and automated mobility transitions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 71, 1–21.  
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.02.012>
- Friedrich, B. (2015). Verkehrliche Wirkung autonomer Fahrzeuge. In M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz & H. Winner (Hrsg.), *Autonomes Fahren* (S. 331–350). Springer Berlin Heidelberg.
- Haider, T. & Klementsitz, R. (2017). *Wirkungspotentiale für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge im ländlichen Raum: Ergebnisbericht*. [https://www.sharedautomatedmobility.org/w/images/3/39/SharedAutonomy\\_Wirkungsanalyse.pdf](https://www.sharedautomatedmobility.org/w/images/3/39/SharedAutonomy_Wirkungsanalyse.pdf)
- Heinrichs, D. (2015). Autonomes Fahren und Stadtstruktur. In M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz & H. Winner (Hrsg.), *Autonomes Fahren* (S. 219–239). Springer Berlin Heidelberg.
- Henderson, S. & Golden, M. (2015). *Self-driving Cars: Mapping Access to a Technology Revolution*. Washington. [https://www.ncd.gov/sites/default/files/NCD\\_AutomatedVehiclesReport\\_508-PDF.pdf](https://www.ncd.gov/sites/default/files/NCD_AutomatedVehiclesReport_508-PDF.pdf)
- Lagström, T. & Lundgren, V. M. (2015). *AVIP - Autonomous vehicles' interaction with pedestrians: An investigation of pedestrian-driver communication and development of a vehicle external interface* [Master Thesis]. Chalmers University, Gothenburg. <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/238401/238401.pdf>
- Mitchell, M. (2019). *How do you teach a car that a snowman won't walk across the road?*  
<https://aeon.co/ideas/how-do-you-teach-a-car-that-a-snowman-wont-walk-across-the-road>
- Schlag, B. (2016). Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr: Offene Fragen aus Sicht der Psychologie. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 62(2), 94–98. [https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/voeko/ressourcen/dateien/dateien/vortraege-kolloquium/Schlag\\_WS1617?lang=de](https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/voeko/ressourcen/dateien/dateien/vortraege-kolloquium/Schlag_WS1617?lang=de)
- Sivak, M. & Schoettle, B. (2015). *Road safety with self-driving vehicles: General limitations and road sharing with conventional vehicles* (UMTRI-2015-2). University of Michigan, Transport Research Institute. <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/111735/103187.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Szimba, E. & Orschiedt, Y. (2017). How beneficial is fully automated driving in urban areas from a socio-economic point of view? In VGU-UTC (Vorsitz), *Future City 2017: Urban Sustainable Development and Mobility*, Hanoi.

### Berichte von Kommissionen zum AF u.ä.

- Di Fabio, U., Broy, M., Jungo Brüngger, R., Eichhorn, U., Grunwald, A., Heckmann, D., Hilgendorf, E., Kagermann, H., Losinger, A., Lutz-Bachmann, M., Lütge, C., Markl, A., Müller, K. & Nehm, K. (2017). *Bericht der Ethik-Kommission Automatisiertes und vernetztes Fahren*. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2017/084-dobrindt-bericht-der-ethik-kommission.html>
- Eisenkopf, A., Fricke, H., Gerike, R., Friedrich, M., Haasis, H.-D., Knieps, G., Knorr, A., Mitusch, K., Oeter, S., Radermacher, F.-J., Sieg, G., Siegmann, J., Schlag, B., Stölzle, W., Vallée, D., Vortisch, P. & Winner, H. (2017, 18. Oktober). *Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr - Herausforderungen für die zukünftige Verkehrspolitik: Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur*. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/wissenschaftlicher-beirat-gutachten-2017-1.html>

- Perret, F., Bruns, F., Raymann, L., Hofmann, S., Fischer, R., Abegg, C., Haan, P. de, Straumann, R., Heuel, S., Deublein, M. & Willi, C. (2017). *Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz: Schlussbericht Grundlagenanalyse (Phase A)*. Zürich. [https://staedteverband.ch/cmsfiles/171024\\_BaslerFonds\\_aFz\\_Phase%20A\\_Schlussbericht\\_de\\_1.pdf](https://staedteverband.ch/cmsfiles/171024_BaslerFonds_aFz_Phase%20A_Schlussbericht_de_1.pdf)
- Runder Tisch Automatisiertes Fahren – AG Forschung. (2015). *Bericht zum Forschungsbedarf*. [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-forschungsbedarf-runder-tisch-automatisiertes-fahren.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-forschungsbedarf-runder-tisch-automatisiertes-fahren.pdf?__blob=publicationFile)
- Schweizerischer Bundesrat (Hrsg.). (2016). *Automatisiertes Fahren – Folgen und verkehrspolitische Auswirkungen: Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulats Leutenegger Oberholzer 14.4169 «Auto-Mobilität» (O353-1246)*. Bern. [https://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung\\_strassennetzeallgemein/automatisiertes-fahren.pdf.download.pdf/Automatisiertes%20Fahren%20%E2%80%93%20Folgen%20und%20verkehrspolitische%20Auswirkungen.pdf](https://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung_strassennetzeallgemein/automatisiertes-fahren.pdf.download.pdf/Automatisiertes%20Fahren%20%E2%80%93%20Folgen%20und%20verkehrspolitische%20Auswirkungen.pdf)

### Studien zur Modellierung von AF im Verkehrssystem

- Friedrich, M. & Hartl, M. (2016). *MEGAFON: Modellergebnisse geteilter autonomer Fahrzeugflotten des öffentlichen Nahverkehrs*. Stuttgart. Universität Stuttgart. <https://www.vdv.de/megafon-abschlussbericht-20161212.pdf>
- Hörl, S., Becker, F., Dubernet, T. & Axhausen, K. W. (2019). *Induzierter Verkehr durch autonome Fahrzeuge: Eine Abschätzung* (Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung Nr. 1433). Zürich. ETHZ / IVT. <https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/ivt/ivt-dam/vpl/reports/1401-1500/ab1433.pdf>
- International Transport Forum. (2015). *Urban Mobility System Upgrade. How shared self-driving cars could change city traffic*. [http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/15CPB\\_Self-drivingcars.pdf](http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/15CPB_Self-drivingcars.pdf)

### Szenariostudien, Berichte von Beratungsfirmen u.ä.

- Anderson, J. M., Kalra, N., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C. & Oluwatola, O. A. (2014). *Autonomous vehicle technology: A guide for policymakers*. Santa Monica CA. Rand Corporation; Rand Transportation, Space, and Technology (Program). [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR443-2.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html)
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). (2015). *Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren: Leitanbieter bleiben, Leitmarkt werden, Regelbetrieb einleiten*. [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/broschuere-strategie-automatisiertes-ernetztes-fahren.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/broschuere-strategie-automatisiertes-ernetztes-fahren.pdf?__blob=publicationFile)
- ERTRAC (Hrsg.). (2015). *Automated Driving Roadmap: ERTRAC Task Force “Connectivity and Automated Driving”*. [http://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id38/ERTRAC\\_Automated-Driving-2015.pdf](http://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id38/ERTRAC_Automated-Driving-2015.pdf)
- Heymann, E. & Meister, J. (2017). *Das „digitale Auto“: Mehr Umsatz, mehr Konkurrenz, mehr Kooperation* (Deutschland-Monitor: Digitale Ökonomie und struktureller Wandel). Frankfurt am Main. [https://www.dbresearch.de/PROD/DBR\\_INTERNET\\_DE-PROD/PROD000000000443712.pdf](https://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD000000000443712.pdf)
- Lang, N. S., Rüßmann, M., Mei-Pochtler, A., Dauner, T., Komiya, S., Mosquet, X. & Doubara, X. (2016). *Self Driving Vehicles, Robo-Taxis, and the Urban Mobility Revolution*. The Boston Consulting Group. <https://www.bcg.com/de-de/publications/2016/automotive-public-sector-self-driving-vehicles-robo-taxis-urban-mobility-revolution>
- Rothfuchs, K. & Engler, P. (2018). Auswirkungen des autonomen Fahrens aus Sicht der Verkehrsplanung: Thesen und offene Fragen. *Internationales Verkehrswesen*, 70(3), 60–64.
- SHERPA (Hrsg.). (2019). *Scenario: Self-driving vehicles: Navigating towards an ethical future*. <https://www.project-sherpa.eu/scenarios/self-driving-cars/>

## V. Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr

Shladover, S. E. & Bishop, R. (2015). *Road Transport Automation as a Public-Private Enterprise: EU-US Symposium on Automated Vehicles: White Paper I*. [https://www.ssti.us/wp/wp-content/uploads/2015/10/2015-EU-US-Symposium-White-Paper-I\\_Public-Private-Enterprise-002.pdf](https://www.ssti.us/wp/wp-content/uploads/2015/10/2015-EU-US-Symposium-White-Paper-I_Public-Private-Enterprise-002.pdf)

Silberg, G., Wallace, R., Matuszak, G., Plessers, J., Brower, C. & Subramanian, D. (2012). *Self-driving cars: The next revolution*. <http://www.kpmg.com/Ca/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/self-driving-cars-next-revolution.pdf>

Skinner, R. & Bidwell, N. (2016). *Making better places. Autonomous vehicles and future opportunities*. <http://www.wsp-pb.com/Globaln/UK/WSPPB-Farrells-AV-whitepaper.pdf>





### A3. Expertenmeinungen im Kontext des Tech Center a-drive

Im Rahmen des Teilprojekts „Möglichkeitenbedingungen und Folgen des automatisierten Fahrens“ innerhalb des Tech Center a-drive war zu zwei Anlässen eine Expertenbefragung mittels Fragebogen vorgesehen, um auf Grundlage einer breiteren Basis einen Eindruck zu gewinnen, welche Aspekte im Feld im Zusammenhang mit potentiellen Reallaboren zum AF als von wesentlicher Bedeutung eingeschätzt werden.

Für den 07.11.2019 wurde im Rahmen des internationalen Projektworkshops in Ulm für die Posterausstellung im Foyer ein interaktives Poster entwickelt, auf dem die v. a. an technischen Fragen des AF interessierten Teilnehmenden mittels (farblich nach beruflichem Hintergrund sortierten) Klebepunkten und Post-Its erklären konnten, was sie unter Reallaboren verstehen, welche Charakteristika sie ihnen zuschreiben, welche Fragestellungen sie dort gerne bearbeitet wüssten und welche Aspekte gesellschaftlicher Akzeptanz dort untersucht werden sollten (Abb. V-4a und b).

Demgegenüber umfasste der Teilnehmerkreis der 11. International Sustainability Transitions Conference im August 2020 insbesondere Nachhaltigkeits-, Transformations- und Reallaborexperten, so dass hier umgekehrt deren Blick auf die Potentiale von Reallaboren im Kontext des Technologiefeldes AF wertvoll war. Hier war das Projekt durch ein Poster mit dazugehörigem Fragebogen (Abb. V-5a und b) unter dem Titel *“Practical challenges – challenging practices: Fitting a real-world lab on automated driving into public actors’ professional practices”* vertreten.

Leider konnten bei beiden Gelegenheiten keine aussagekräftigen Daten erhoben werden. Aufgrund des engen Zeitplans der Veranstaltung in Ulm stieß der Posterfragebogen dort kaum auf Resonanz, so dass die Zahl der Antworten zu gering für eine Auswertung ausfiel. Die IST 2020 fand bedingt durch die Covid-19-Pandemie in einem ausschließlich digitalen Format statt, wobei zu diesem Zeitpunkt bei vielen Teilnehmenden erst geringe Erfahrungen mit virtuellen Großveranstaltungen bestanden. Deswegen stieß leider auch der Online-Fragebogen nicht auf genügende Resonanz, der aus der virtuellen Projektvorstellung heraus niederschwellig verlinkt war.



## A real-world lab on automated driving: Tell us your research needs and expectations

2

It's your turn!

Please use pens and coloured dots according to your professional background:



Research



Industry



Regulation



Other

Which research questions would you like to be addressed in a real-world laboratory setting?



Which aspects of societal acceptability (beyond willingness-to-pay/willingness-to-use) should be investigated?



	<i>not important</i>	<i>very important</i>	<i>not relevant</i>	<i>I don't know</i>
Regulatory models	●	●	●	●
Interaction with vulnerable road users	●	●	●	●
Acceptance of residents	●	●	●	●
Transformation of urban space	●	●	●	●
Business models	●	●	●	●

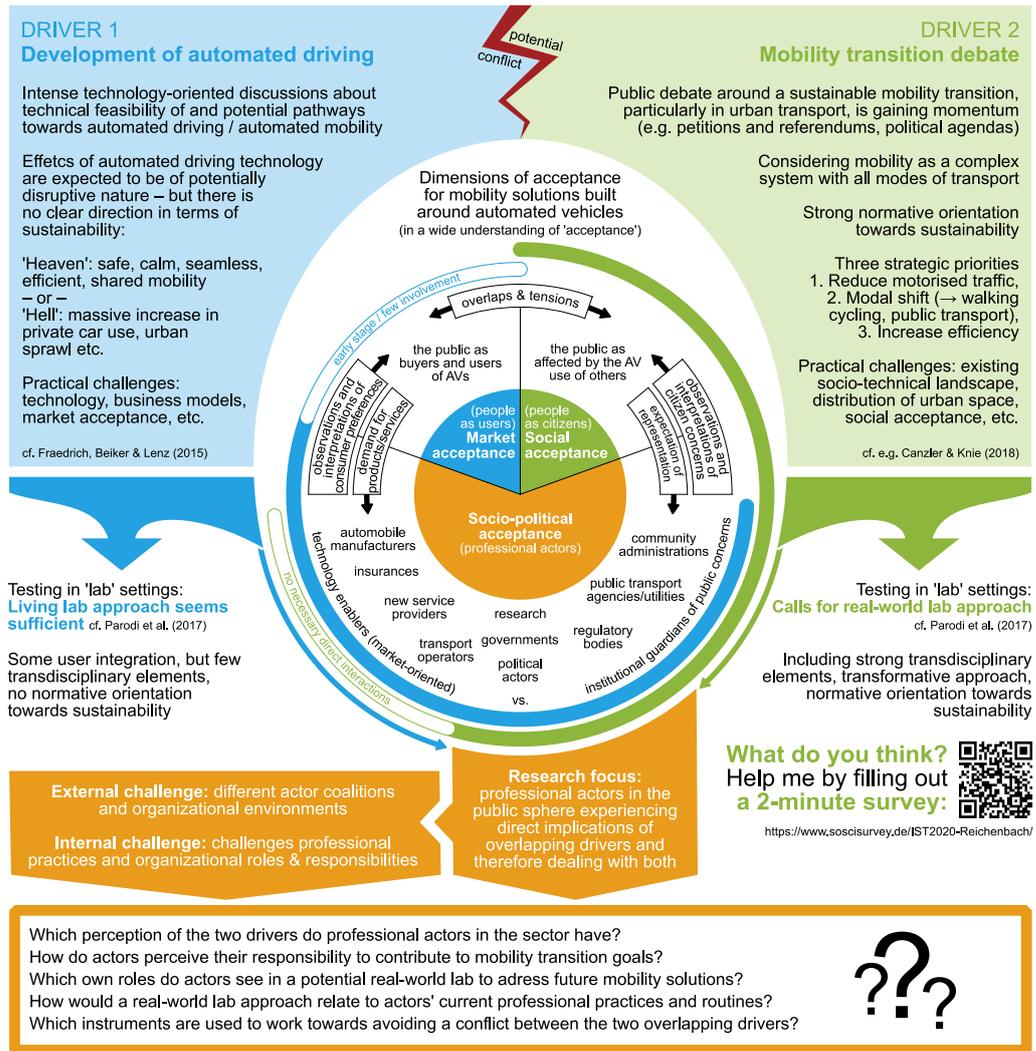
Other important aspects (not mentioned):



Abb. V-4b: Posterfragebogen im Rahmen des a-drive-Workshops am 07.11.2019 in Ulm – Teil 2

## Practical challenges – challenging practices

Fitting a real-world lab on automated driving into public actors' professional practices  
Max Reichenbach, KIT-ITAS – planned dissertation



References: Fraedrich, E., Beiker, S. A. & Lenz, B. (2015). Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility, European Journal of Futures Research, 3 (1).  
Canzler, W. & Knie, A. (2018). Die Zukunft urbaner Mobilität – Ansätze für eine ökologische Verkehrswende im digitalen Zeitalter (böll.brief Grüne Ordnungspolitik Nr. 6). Berlin: Heinrich Böll Stiftung.  
Parodi, O., Beecroft, R., Albiez, M., Quint, A., Seebacher, A., Tamm, K. et al. (2017). The ABC of Real-world Lab Methodology: From "Action Research" to "Participation" and Beyond, Triolog (126/127), 74–82.

Note: Tapping the bottom of the visual egg above ('political actors') in a Columbus style is probably NOT a sustainable solution to the challenge and would give a false impression of the author's view...

Abb. V-5a: Poster im Rahmen der IST 2020 (online, 18.-21.08.2020)



## 2-minute survey on real-world labs and automated driving

Dear IST2020 participant,

thank you for your interest in my poster from the IST2020 conference gallery and for supporting me with by filling out this small questionnaire. You will find three short questions below, no personal data is collected.

After submitting your responses, you will be able to see an overview with the results of the previous participants. Enjoy!

Max Reichenbach  
Karlsruhe Institute of Technology

### 1. How important are the following characteristics for a real-world laboratory?

	not important	very important	I don't know
Normative orientation towards sustainable development	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Transdisciplinary research, involving stakeholders	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Active involvement of civil society	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Learning process for all involved actors	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Long-term research platform (>5 years)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Other important characteristics

### 2. Which aspects of acceptance of future mobility solutions built around automated driving should be investigated in a real-world laboratory?

	not important	very important	not relevant in real-world lab	I don't know
Regulatory models	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interaction with vulnerable road users (pedestrians, cyclists)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acceptance of residents	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Transformation of urban space	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Business models	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Other important aspects

### 3. To allow a better understanding of the results, please assess your personal expertise in the following fields:

	no knowledge	expert knowledge	I don't know
Mobility transition debate	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Development of automated driving	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Real-world laboratory approaches	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Next

Max Reichenbach, Karlsruhe Institute of Technology – 2020

Abb. V-5b: Digitaler Fragebogen im Rahmen der IST 2020 (online, 18.-21.08.2020)



## VI. From ambition to implementation

# Institutionalisation as a key challenge for a sustainable mobility transition in Germany

Max Reichenbach, Torsten Fleischer

---

This section has been published as:

Reichenbach, M., & Fleischer, T. (2023). From ambition to implementation: institutionalisation as a key challenge for a sustainable mobility transition in Germany. *Energy, Sustainability and Society*, 13(14). <https://doi.org/10.1186/s13705-023-00392-6>

*Original publisher:* BioMed Central Ltd, part of Springer Nature  
(open access, CC-BY, <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

---

### Abstract

#### *Background*

Transport and mobility contribute a significant share of greenhouse gas emissions, and fossil fuel consumption must be reduced for mobility to meet sustainable development goals. Strengthening public transport is a key element of the required mobility transition, including technological innovation. To address the related institutionalisation processes, we analyse the interplay between technological development and the intensifying mobility transition debate. We focus on the challenges for the roles of public transport professionals, who are essential for the implementation of sustainable mobility measures at the local level.

#### *Case selection and methods*

We present two cases: First, we address urban ropeways as an incremental option to extend public transport networks. In a series of three expert workshops (23 participants in total), local public transport professionals discussed the potential of urban ropeways, and challenges concerning the related institutional framework. Second, we chose an exploratory approach to understand how public transport professionals engage in the debate on the potentially disruptive role of automated driving in the future of public transport. This included an analysis of strategy documents and experimentation, as well as observations at sectoral events and stakeholder forums. In both cases, we focus on the specific context in Germany, which ensures a coherent institutional framework and a consistent analysis.

#### *Results*

We found a general openness among public transport professionals to consider the potential of mature urban ropeway technology. However, critical gaps remain in planning instruments and the densely regulated public transport planning regime. Concerning automated driving, a strong technological focus can be observed in the related transport policy debate. At the local level, despite numerous technical tests, there is hardly any discussion of more far-reaching requirements regarding integration of the technology into the mobility system in a way that ensures sustainability-oriented goals are met.

### *Conclusions*

Beyond both incremental and potentially disruptive technological drivers, the proactive and targeted design of corresponding institutionalisation processes proves to be a key challenge for achieving a sustainable mobility transition. Institutionalisation and the related roles of public transport professionals must be considered in relation to the mobility transition's substantive goals and the associated political discourse.

### **Keywords**

Mobility transition, Public transport, Transformation, Institutionalisation, Directionality

## **1. Background**

A mobility transition has long been recognised in the expert debate as an essential prerequisite for more sustainable mobility. Transport and mobility contribute a significant share to energy consumption and greenhouse gas emissions. Therefore, in order to achieve sustainable development goals and mitigate climate change, reducing fossil fuel consumption is a key element of sustainable mobility (Brand et al., 2020). Undisputedly, a sustainable mobility transition includes strengthening public transport, both through the expansion of conventional services and through new forms of service and use (Canzler & Knie, 2018; Holden et al., 2020). In practice, however, there is a persistent implementation gap, undermining the far-reaching ambitions articulated by many actors in the sector.

From the perspective of innovation research, understanding this discrepancy requires analysing institutionalisation processes in the existing regime of public transport actors, technologies, formal frameworks and practices (Fünfschilling & Truffer, 2014). In this article, we address the challenges related to the institutionalisation of new technologies or services, and how these may slow down or influence diffusion pathways. To do so, we consider specific innovations that promise to contribute to a sustainable mobility transition. Due to the complex interrelations between regulatory contexts, public transport structures, economic structures, etc., inherent to the mobility system, and in order to ensure a consistent analysis, we focus our study on the specific situation in Germany.

Beyond creating suitable framework conditions, the implementation of the multitude of small measures that will ultimately build the sustainable mobility transition is particularly in the hands of various actors at the local level, in cities and municipalities, where a significant share of citizens' mobility takes place (Nobis & Kuhnimhof, 2018). Considering public transport, these actors are not limited to transport companies, transport associations, or specialist planning offices, but also include public administration at various levels, all of which have varying responsibilities in infrastructure planning and public transport provision (Hrelja et al., 2020; Hrelja et al., 2017; McLeod et al., 2017). In the following, we refer to this group of actors as public transport professionals. The relevance and the theoretical embedding of this perspective are explained in section 1.1.

Our focus is on an area of conflict experienced by public transport professionals in their everyday practices: Various technological innovations for public transport are developing rapidly, sometimes also politically promoted; but the complex regulatory frameworks and

well-established planning routines used by public transport professionals do not easily fit with these innovations (cf. e.g. Docherty et al., 2018; Ydersbond et al., 2020). Linking this issue back to the mobility transition debate leads us to the following research question: What role do the limits of existing regulatory frameworks and organisational structures and routines play when public transport professionals are confronted with the intersection of technological developments and alternative public transport options on the one hand, and the expectations directed towards a mobility transition on the other?

### **1.1. The role of local public transport professionals**

Cities and municipalities are currently confronted with two major issues in the field of mobility that are unfolding in parallel, interacting with each other: Technological developments on the one hand, and the public debate on a sustainable mobility transition on the other.

Technological developments range from incremental developments in individual modes of transport (e.g. new drivetrain technologies, use of ropeways in public transport) to new types of mobility services (e.g. bike- and scooter-sharing, ride-pooling, multimodal apps), and to developments in the field of automated driving (with expectations ranging from a 'third place' to automated taxis). At the same time, there is increasing public debate on a mobility transition, which is characterised by a normative orientation towards sustainability (Holden et al., 2020). However, the terms used require careful attention. Some aspects relate to technological improvements for more efficiency in existing transport modes (particularly considering drivetrain technology), but the concept of a sustainable mobility transition explicitly widens this claim and includes the rebalancing of transport modes and the reconsideration of framework conditions in the mobility system in general (Canzler & Knie, 2018; Hochfeld et al., 2017; Manderscheid, 2020).

The interaction between technological development and the mobility transition debate creates a need for societal negotiation, and conflicts of interests between various actors are to be expected. A broad debate is taking place in research and politics as well as in municipal and public transport practice, which is dedicated in particular to technological possibilities and developments, as well as new business models, but also to regulatory requirements to enable new solutions. In contrast, little attention has been paid to how the various technical elements could be integrated into a sustainable mobility transition. This shortcoming has been identified as a major criticism of the current discourse. For example, Schwedes (2018) observes an overall retreat to a technological focus in current transport policy. Stickler (2020) substantiates this finding with regard to the debate on automated and connected driving. Regulations particularly in road transport (and committees for their further development) appear equally ill-equipped for a sustainable mobility transition (Becker & Schwedes, 2020; Fazlic, 2019; Hermann et al., 2019).

The dissonance becomes even more apparent when considering that, at a strategic level, sustainable mobility has been incorporated into policy documents at diverse levels, including European and national governments as well as regions and municipalities. However, not least as a result of the horizontal and vertical segmentation of responsibilities for transport policy and its side-effects, there is a lack of concretisation, operationalisation

and discussion of trade-offs, both within the field and in interactions with other policy fields. No single institution takes ownership for an integrative perspective (cf. Busch-Geertsema et al., 2015). As a problem in its own right, this segmentation might promote the narrowed technological perspective of key actors, further contributing to the observed dissonance between the technology-centred innovation discourse and overarching sustainability goals. Consequently, public transport professionals at the local level cannot rely on a coherent framework that comprehensively corresponds to those sustainability goals. There is a 'discursive gap', where a framework for a coordinated negotiation of interactions between the various developments and trade-offs is missing.

### 1.2. Institutions in the socio-technical regime

As a heuristic framework for analysing transformation processes, the mobility system can be understood as a socio-technical system. Geels (2012) proposed the so-called multi-level perspective to describe technological innovation trajectories within such systems. This perspective considers, a) socio-technical niches as protective spaces (cf. Smith & Raven, 2012) where learning takes place and innovations may gain momentum, b) socio-technical regimes as sets of deeply anchored rules and routines through which technologies, companies, institutions, politics, users and interest groups in a specific field are coordinated and harmonised with each other, and c) the socio-technical landscape, with general policies, societal values, economic trends, etc., influencing the niche and regime levels (Geels, 2012). Within the multi-level perspective, in order to understand potential transition as well as barriers, the *socio-technical regime* level and its associated processes of change are essential. In essence, its deeply interwoven elements lead to a high degree of stability and rather incremental development, due to path dependencies (Geels, 2012; Zimmer, 2020). Nevertheless, transformation processes can take place in different ways, for example through the 1:1 exchange of individual technologies, or through more complex reconfigurations or disruptive change (Geels & Schot, 2007).

*Institutions* are a defining element of socio-technical regimes. They include fixed regulation and established routines of action, but can also be informal (Fünfschilling & Truffer, 2014; Scott, 2014). Considering the mobility transition debate, they are particularly important: In principle, a purely technological change is conceivable (e.g. replacing drivetrain technology, or efficiency gains through automation), leaving the basic structure of the socio-technical regime unchanged (technological substitution pathway, cf. Geels & Schot, 2007). From the perspective of sustainable mobility, however, such a pathway falls short of solving major challenges in the mobility system (e.g. land consumption, noise, pollution, urban sprawl) due to the far-reaching path dependencies of today's dominant automobility (Zimmer, 2020). A more fundamental transformation is therefore indispensable, especially since greenhouse gas emission reduction targets may not be achievable within the necessary timeframe when relying only on technological change.

For the same reason, the technological side of innovation, as driven by 'enactors' (Rip, 2006), can be considered of less interest for the analysis of dissonance between technological change and the mobility transition debate, as introduced above. Our analysis focusses on the societal and political processes dealing with the technology (e.g. regulatory

framework conditions, new infrastructures), for which the ‘selectors’ (Rip, 2006), i.e. innovation actors who assess, fund and regulate new technologies, are more relevant. Regarding a mobility transition, the selectors include regulatory bodies, local councils and public transport authorities, and transport planners and operators, all of which are involved in making choices about the technological elements of future mobility systems. While enacting and selecting are co-evolutionarily intertwined (Geels, 2012), the mobility transition debate’s normative orientation towards sustainability requires directional decisions to be consciously made, in particular by public sector selectors (Hausknost & Haas, 2019; Pel et al., 2020).

### **1.3. Public transport professionals and professional practices**

At the local level, public transport professionals generally act within complex frameworks of professional practices and routines (Brown et al., 2013; Hrelja, 2015; Hrelja et al., 2017; Jensen et al., 2017; Paulsson et al., 2017; Pettersen et al., 2017). However, they are confronted with challenges that may be incongruent and come with trade-offs, leading to conflicts when relating concrete projects to the normative framework of sustainable mobility (which itself is partially open to interpretation). We therefore argue that local decision-making particularly shapes the actual transition process. This raises questions of how normative orientation is ensured and how, for example, different transport policy priorities, and possibly underlying divergent normative positions, are negotiated.

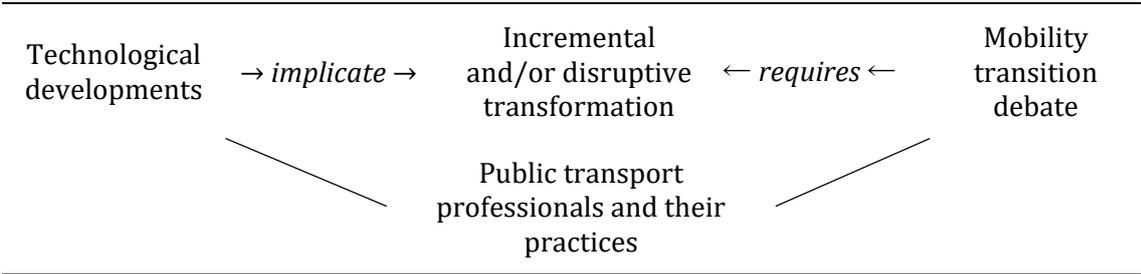
This focus follows the assumption that it is at a particular level of planning, where officials, etc., actually require this negotiation (cf. e.g. van Dorp, 2018). While incongruities may well be identified (but only partially resolved) at a strategic level, the implementation of projects and measures requires actual choices to be made. Public transport professionals at the local level therefore also need to be distinguished from the officials, etc., involved in formulating higher level policies (cf. Colebatch et al., 2010). It should also be noted that political processes also need to be considered and related to professional practices, especially in the case of socially controversial issues (Baekgaard et al., 2015; Meadowcroft, 2011).

The relevance of this perspective towards professional practices is twofold. It provides insights into a more comprehensive understanding of the societal acceptance (in a broad sense) of technological change and a sustainable mobility transition (Fleischer et al., 2020; Upham et al., 2015). In order to become effective, socio-technical change needs acceptance not only in civil society, but also among professional actors who also shape transformation. This becomes visible in other elements of a mobility transition, for example regarding qualitative changes in the provision and promotion of cycling infrastructure (Hahn & te Brömmelstroet, 2021; Jensen et al., 2017; Liu et al., 2019; Tschoerner-Budde, 2020), or the emerging field of mobility-as-a-service (Audouin & Finger, 2018; Docherty et al., 2018; Hirschhorn et al., 2019). Thus, the perspective towards professional practices also promises concrete starting points for the future design of mobility transition measures. It adds an explicit consideration of current practices and how to proactively engage with emerging trade-offs, which in turn may reveal where further changes to framework conditions could be required.

**1.4. Analytical framework**

Joining the considerations introduced above, our analytical focus is on the triple interface of technological developments, the mobility transition debate, and the role of public transport professionals. The relations between these elements have been discussed from a multitude of angles: For example, Holden et al. (2020) relate technological developments to their relevance in a mobility transition, including both potential and limits. Other studies analyse how sustainable mobility goals are or could be translated into changing practitioner routines (e.g. Glaser et al., 2019; Hahn & te Brömmelstroet, 2021; Jensen et al., 2017; Liu et al., 2019; Paulsson et al., 2017), but lack specific consideration of technological developments as a driver. In some studies, for example the mobility-as-a-service studies mentioned above (Audouin & Finger, 2018; Hirschhorn et al., 2019), this is a dedicated focus, but they lack comprehensive consideration of the relation between the technology and its potential for a mobility transition. At the triple interface, what makes public transport professionals specifically relevant is their dual role, combining a) their planning practices and responsibilities towards a mobility transition, and b) their selector role in technological innovation processes. This is also why we specifically consider public transport *professionals* and not only their *practices*, keeping in mind earlier criticisms of agency being obscured in the multi-level perspective and respective analyses of transition processes (cf. Geels, 2011). Similar approaches bringing together the three elements are rare, or set a different focus: For example, Pel et al. (2020) include transport professionals in their analysis of the “Dutch ‘Driverless Car’ transition”, but focus on the synchronisation between the public and the private sectors. Docherty et al. (2018) also include the three elements in their analysis concerning smart mobility, but do not consider local public transport professionals and their practices in detail. The main value added by our study is thus our specific lens on the triple interface, as summarized in Tab. VI-1, which aims at an improved understanding of its role in institutionalisation as a key element of transition processes.

**Tab. VI-1: Analytical framework**



Furthermore, the analytical framework includes a differentiation between incremental and disruptive transformation. Concerning the technology side, this considers the bandwidth of technological promises from minor efficiency improvements to game-changing new technologies and services. At the same time, however, the magnitude of change required to meet the sustainability goals linked with a mobility transition (Brand et al., 2020; Holden et al., 2020) also calls for both incremental improvements and disruptive change. Since

incremental and disruptive change will most likely challenge local public transport professionals and their practices in different ways (cf. Geels & Schot, 2007), the explicit consideration in the analytical framework ensures this is also reflected in the case selection for the present study.

## 2. Methods

### 2.1. Case selection

In order to study the role of institutionalisation processes at the triple interface introduced above, we look at innovation processes for two technological options that have recently become the subject of local transport policy strategies. First, we look at *urban ropeways* (section 3.1) as an incremental option added to conventional public transport, using steel cables to support and move passenger cabins between stations. Despite a general openness of public transport professionals, a number of systematic planning challenges can be identified. Being positioned as a promising public transport tool in both the political arena and the media, the innovation process provides useful insights into concrete challenges in the public transport regime. Second, we discuss *automated driving* (section 3.2) with its potentially disruptive effects, including the way public transport is organised. Despite technological progress, this technology must still demonstrate its technical and economic feasibility under real-world conditions. Moreover, uncertainties concern changing actor roles or regulatory requirements. However, far-reaching expectations regarding the technology's contribution to the mobility transition and more efficient mobility are already being articulated in the political arena – even though it is not yet clear whether the transformative potential of automated driving will rather strengthen individual transport. Both cases share the link between a certain technological development and specific potential for a mobility transition, and both may challenge public transport professionals in specific but different ways. The inclusion of one incremental and one potentially disruptive case aims to cover a richer bandwidth of potential challenges for public transport professionals. As mentioned above, the complex institutional environment leads us to focus on the specific context in Germany, ensuring a consistent analysis. Necessarily, however, the different characteristics of the two cases imply different methodological approaches, which are detailed below.

### 2.2. Methods – urban ropeways

The urban ropeway case discussed in this article builds on material collected by Reichenbach and Puhe (2022). In order to analyse the interactions between public transport professionals and their planning challenges, hypothetical planning processes for urban ropeways were discussed in three expert workshops in different cities<sup>1</sup>. A qualitative

---

<sup>1</sup> Three cities in the state of Baden-Württemberg were selected for the analysis, ensuring similar actor constellations and a consistent regulatory framework. A pre-selection of cities was made

research approach was chosen to explore public transport professionals' views and reasoning about urban ropeways. For each of the workshops, which were conducted in 2017, a group of seven to eight selected public transport professionals was invited (23 participants in total). This represented typical involvement in public transport planning in the respective cities, including representatives from administration, local public transport operators and associations, and non-governmental organisations with an interest in public transport planning. The workshops started with a brief introduction about urban ropeways by the project team. The participants were then asked to identify potential corridors for urban ropeways in their respective cities. The main part of the semi-structured discussions was guided by open questions concerning the respective urban ropeway project's hypothetical impacts on the mobility system and the city as a whole, as well as opportunities and potential challenges, especially concerning the hypothetical planning process.

The workshop discussions were digitally recorded and transcribed. Analytical categories were built iteratively, with a dedicated focus on distinguishing between local factors, general perceptions of the suitability of urban ropeway technology, and considerations regarding the socio-technical regime, particularly concerning planning routines (cf. Reichenbach & Puhe, 2022). For the present study, we focus on the latter.

### **2.3. Methods – automated driving**

Despite decades of technological development oriented towards automated driving, the professional debate on its role in a mobility transition is still rather young and in vivid progress. Therefore, we chose an exploratory approach to analysing the relation with public transport professionals and their practices and routines.

A brief historical overview provides some background regarding the technological development pathways that have prepared the current state of the automated driving debate. Partly building on a literature review by Reichenbach (2021), we then relate this to the current uncertainties regarding the effects of automated driving on the mobility system, and discuss the relevance of our observations for public transport professionals. One approach already chosen by public transport professionals to face the present technological challenges is to promote local field trials and real-world laboratories. Even though many of these focus on technical issues, and despite the heterogeneity of local or regional constellations, they often also provide insights into organisational configurations and institutional challenges (cf. Reichenbach, 2021). Furthermore, we evaluated strategy documents, particularly those of the Association of German Transport Companies (VDV), with a focus on whether institutionalisation challenges and changing professional practices were considered. This was supplemented by observations at various academic events and stakeholder forums in the public transport sector. We paid specific attention to how general perceptions of potential opportunities and/or threats from automated driving were voiced,

---

where urban ropeways seemed generally conceivable, for example due to major natural barriers and already ongoing discussions about extending public transport. The final selection included Stuttgart (gaps in commuter rail and light-rail networks), Constance (new backbone for public transport considered), and Heidelberg (complementing the tram network).

and if more specific reflections were articulated regarding how public transport professionals may be challenged in their roles and routines.

As a guiding principle for our exploratory analysis of the case, we followed a rationale of capturing new arguments and lines of thought until a reasonable degree of saturation was reached. We explicitly acknowledge the limitations of this approach; however, we are confident that it provides a useful lens that is able to capture the key elements of the ongoing debate without a major time-lag.

### **3. Results**

#### **3.1. Urban ropeways: Uncertainties regarding internal public transport routines**

In recent years, urban ropeways have been increasingly discussed as an option to expand public transport networks where conventional modes of public transport reach their limits. Combined with its technical characteristics of low land consumption and energy-efficient operation, the technology promises to contribute to more sustainable urban mobility (Monheim et al., 2010; Pajares & Priester, 2015; Reichenbach & Puhe, 2018). Obviously, this contribution is limited, but still relevant, considering a specific range of applications where the technological advantages become effective, for example crossing topographical barriers or serving as point-to-point shuttle services to complement urban rail networks. At first glance, urban ropeways may still be considered a simple incremental innovation to conventional public transport with its typical fixed routes and stations. However, the public transport sector in Germany is characterised by a complex institutional structure built over decades that does not consistently include urban ropeways. As a result, implementing urban ropeways comes with significant challenges in the planning process (Reichenbach & Puhe, 2018, 2022).

During the expert workshops, uncertainty emerged as a recurrent theme and a primary challenge. The uncertainties addressed by public transport professionals were twofold, including both a lack of experience, and fundamental doubts regarding the suitability of current routines and instruments.

Uncertainty due to a lack of experience is no surprise. While being an established technology in other fields, ropeways have not been common in public transport in Central Europe. Accordingly, there has been no need for public transport professionals to concern themselves with ropeway technology. Therefore, the novelty of the topic comes with a lack of concrete experience, illustrated by a multitude of questions concerning the detailed technical and operational possibilities, costs and construction methods, or safety requirements. Although such questions can be a major challenge at the local level, they can generally be answered by specialist planners and are not open questions regarding ropeway technology itself. This kind of uncertainty is therefore also not a primary issue concerning institutionalisation processes in the public transport regime. Experience will naturally build over time, if urban ropeways become a common public transport option. In order to make

this happen, however, there are a number of structural uncertainties to be overcome, which are addressed in the following.

### **3.1.1. Fundamental procedural uncertainties**

Today, German public transport planning is characterised by complex regulations and professional practices and routines. Using these, established means of public transport can be planned reliably. The underlying mechanisms, however, also result in struggles when considering technological innovations, despite the general fit of urban ropeways with the public transport logic of fixed routes with stations.

The responsibility of public agencies and the use of taxpayers' money have led to a system that extensively relies on empirical reference values, particularly when justifying transport investments, including a standardised tool for cost-benefit analyses. This is a major challenge for urban ropeways, because the necessary calculations cannot (yet) be carried out with the same depth and reliability that would be required for solid assessments and, in particular, comparisons with alternative means of transport. For example, parameters for transport modelling concerning the user acceptance of urban ropeways, affecting modal shift calculations, cannot be based on the same level of evidence, compared with established means of public transport. Similarly, the guidance on cost-benefit analysis provides detailed reference values for construction and operating costs, depreciation periods, accident costs, environmental costs, or noise emissions for established means of transport, but not for urban ropeways. Some criteria are not considered at all, despite their potential relevance when comparing urban ropeways.

While building up experience is a common step in innovation processes, the specific routines in public transport planning result in a critical 'chicken-and-egg' problem due to its fundamental reliance on empirically validated reference values. Because of the fundamental relevance of these planning tools, particularly when applying for public subsidies and justifying investments, they cannot easily be skipped, and learning is inhibited.

### **3.1.2. Relating uncertainties to public transport professionals' general openness**

While the uncertainties sketched above may read like general scepticism of a whole sector characterised by structural inertia, a contrasting general openness towards innovative solutions must be highlighted that could be observed among public transport professionals. The potential of urban ropeway technology has been recognised as a possibility to expand public transport networks and close existing gaps. This openness alone is an important step towards full institutionalisation, in that ropeways are no longer intuitively dismissed as simply a means of transport for tourism. It also includes an explicit willingness to consider in detail the possibilities as well as the planning challenges.

However, this does not solve the problem of unsuitable planning instruments. Despite local ideas on how ropeways could provide a building block for a sustainable mobility transition, the gaps in the formal framework conditions, unclear responsibilities, etc., remain further.

Acting as a pioneer requires accepting trial-and-error procedures and interpreting existing regulation. It is noteworthy that public transport professionals did not fundamentally call the usefulness of the regulatory framework into question, since its reasoning (e.g. efficient use of public funding) remains relevant. However, the framework was perceived to be too restrictive, particularly when considering new technological options. This issue is a consistent source of criticism beyond urban ropeways (VDV, 2019).

Regardless of the criticisms voiced, public transport professionals at the local level can only work within the current formal framework, using the instruments that are available to them. Considering the potential identified in urban ropeways, a need for their support by political actors was also deemed necessary. This could be carried out through both further development of the regulatory framework and supporting experimentation at the level of local councils, etc.

Notably, this issue has been noticed at the national regulatory level, where urban ropeways are for the first time considered in the ongoing revision of the standardized tools mentioned above (Reichenbach & Puhe, 2022). Furthermore, following a parliamentary initiative, urban ropeway projects are now eligible for federal investment subsidies.

### **3.2. Automated driving: Moving beyond a technology perspective**

The idea of automated driving in road traffic is not new. It can be traced back at least to the 1930s. Following isolated efforts in the 1970s, especially in Japan and the United States of America, a strong wave of activities for vehicle automation can be observed in the 1980s. At that time, research and development on ‘artificial intelligence’ enjoyed an upswing, and information and communication technology (ICT) increasingly became the trigger and object of industrial policy. Associated with this were specific application programmes, among others for driverless vehicles in the military sector, and also for private and public transport. One of the central, if not the most important, funding projects in this field in Germany in the 1980s was the Eureka research programme ‘Prometheus’ (1987-1994). This was understood as an integrated transport concept in which the social and ecological consequences of individual transport were to be reduced, and its advantages further utilised by exploiting the benefits of new technologies, in particular by combining transport technology with ICT (Prätorius, 1993). The work carried out at that time, which also included fully autonomous vehicle guidance in real road traffic as well as a general analysis and problem definition of ICT application in road traffic, had a significant influence on further research and development activities in Germany and beyond (e.g. regarding telematics, intelligent transport systems, and automated driving).

In the new millennium, following a decade of low public visibility, a renewed ‘renaissance’ of automated driving began, initially motivated primarily by new technical possibilities. This time, the developments are particularly driven by two large industrial sectors: the automotive industry, and companies in the so-called platform economy. In the countries where the globally important players in these sectors are based, they are considered key industries and therefore enjoy direct and indirect political support. As early as 2015, the German government adopted its “Strategy for Automated and Connected Driving” (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur [BMVI], 2015), which

## VI. From ambition to implementation

emphasised the importance of these developments for industrial and transport policy, stating that Germany should shape the digital innovation cycle in this area and become a lead market. To this end, numerous political fields of action were proposed and implemented, concerning innovation and legal issues. This approach was reinforced in the 2019 action plan “Research for Automated Driving” (Bundesministerium für Bildung und Forschung [BMBF] et al., 2019), which formulated three guiding principles: (1) automated driving must be safe, (2) automated driving must be efficient, sustainable, clean, barrier-free, affordable, and oriented towards the needs of citizens in the best possible way, and (3) Germany's technological leadership concerning the automotive industry should also be secured concerning automated driving.

The latter points illustrate a striking phenomenon in the current developments on automated driving: the existence of a widely shared (and only slightly varying) expectation statement which permeates policy documents and public statements by innovation actors worldwide. According to these, automated driving should, among other things, improve road safety (significantly reduce the number of traffic-related fatalities and serious injuries), make traffic more efficient and reduce environmental impacts, enable (individual) mobility for population groups that have so far been excluded for various reasons (age, physical or cognitive capacity), and allow new forms of time use during the change of location. These expectations not only come about with major goal conflicts; a selective combination (or even just different weights put on the different aspects) also allows representatives of fundamentally different interests and ‘mobility futures’ to each recognise ‘their’ future technology in automated driving. The variance of expected (new) mobility services is interwoven with a whole variety of different automation concepts. These can be further differentiated in two regards: First, concerning the technological approach (and thus traffic performance and the current (socio-)technical maturity), and second, concerning how the execution of the driving task is distributed between human and machine (entailing consequences with regard to e.g. responsibility, liability, and ethical issues).

Regardless, there seems to be a broad consensus that automated driving, should it be commercialised, will lead to far-reaching changes in the mobility system (and beyond). However, it is both unclear and controversial whether or how far automated driving will support or hinder a transition to more sustainable mobility (cf., among others, Creger et al., 2019; Docherty et al., 2018; Fagnant & Kockelman, 2015; Fleischer et al., 2018; Manders et al., 2020). Some experts argue that (public) mobility services based on automated driving will lead to a significant decrease in private car ownership and reinforce a regime of seamlessly connected intermodal on-demand mobility options without users owning the vehicles, thereby reducing some of the negative impacts of current mobility (automated driving ‘heaven’). Others argue that automated driving will lead to a significant decline of public transport and an intensification of car-based mobility with negative impacts on health, the environment and land use, as automated driving will provide highly efficient and extremely convenient individual transport (automated driving ‘hell’). However, these differentiations and nuances regarding the expected effects on the mobility system have hardly found a place in the political discourse so far, which continues to focus on technological potential and industrial policy (Stickler, 2020).

### 3.2.1. Public transport professionals' scope for action

Considering the scenarios sketched above, one of the most important questions concerning the future of the mobility system is whether automated driving will further consolidate current (auto)mobility patterns and thus perpetuate existing traffic problems, or whether (new) mobility services will be enabled and implemented that can contribute to alleviating or eliminating the undesired effects of current mobility. If automated driving is to have the latter effect, then public transport operators and authorities are particularly challenged in their selector roles, deliberately shaping the innovation process. They could have a considerable influence on the design and speed of implementation of new mobility services if they were to become aware of these options and actively use them. At the same time, however, coordination between them is challenging, particularly due to their embeddedness in local and regional policy contexts, in which problem perceptions, solution strategies and options for action can differ greatly, and reflective capacities may be limited.

In acknowledging the possibility of fundamentally changing supply and demand structures in the mobility system (with automated driving being more than a simple replacement of, or supplement to, any existing transport mode), such a perspective directly points to the related transport policy opportunities and challenges. However, anticipating automated mobility impacts comes with significant limitations, since relying on extrapolations of current and historical trends and interrelations cannot fully reflect the underlying social processes involved in the expected changes to the mobility system. These uncertainties in deriving transport policy effects are thus confronted with routines of (transport) policy monitoring, legal requirements and administrative practices. Under these circumstances, acting in favour of transformative innovations is not only riskier for public transport professionals than pursuing incremental innovation approaches, but the appropriate incentive and reward structures are also generally lacking.

### 3.2.2. Technically-oriented experimentation in public transport

Notwithstanding the limited knowledge about the potential future role(s) of automated driving, the technology is well-recognised as an important issue within public transport, likely affecting public transport professionals. Automated driving technology is being tested in countless projects by public transport operators (often together with industry or research actors), with a strong focus on the technical requirements of “driverless public transport” (VDV, 2021). Mostly, these projects look at the vehicles' technical requirements and the feasibility of operating in traffic, and less at the meaningfulness of the new service for passengers. Since the operational routes and areas can typically be well-defined (e.g. certain lines or neighbourhoods), SAE International's level 5 (full driving automation, most complex technological requirements) is not generally necessary, and level 4 (high driving automation) is used for the trials (cf. SAE International, 2018). Despite the driverless operation being limited to specified areas, already level 4 is of great interest for public transport applications.

A second field of experimentation does not yet relate specifically to automated driving, but also prepares its technological basis for future mobility services. This involves new, flexible forms of public transport (beyond conventional dial-a-bus services etc.), which are also

## VI. From ambition to implementation

being tested in numerous projects, and in some cases have already been installed as a permanent service. These projects also point to established operators' increasing openness to new mobility services. For passengers, digital solutions bring more convenient and flexible booking options, mostly via smartphone apps (which accounts for the increase in attractiveness and thus the great additional potential seen, compared to conventional on-demand transport). For public transport professionals, however, this also requires new or greatly intensified cooperation, for example considering specialised ICT service providers for vehicle dispatching software. These forms of cooperation add to the already complex network of actors established around conventional public transport services (e.g. data provision regarding timetable information and route planning).

Two examples from the greater Stuttgart area illustrate this new kind of cooperation: In the Schorndorf real-world laboratory, the city and a medium-sized bus company worked together with several research partners and the local population to optimise routing and the virtual bus stop network (Brost et al., 2019). The on-demand service 'SSB Flex', run by Stuttgarter Straßenbahnen AG (SSB), Stuttgart's public transport operator, used Moovel's platform for both dispatching and the user app. As a company, Moovel illustrates the dynamics of the sector: started as part of the Daimler Group, activities were merged with Daimler's competitor BMW from 2019. In 2020, Moovel's mobility platform business was taken over by Mobimeo (part of the Deutsche Bahn Group), while SSB switched to rival provider ViaVan for the operation of SSB Flex in 2021. While the two services (and similar ones) use conventional vehicles and drivers, they gain their economic attractiveness from the perspective of future automated operation. Automation is also expected to allow for service extensions (e.g. regarding population density or service hours) beyond current economic feasibility. Because of this link with potential future service concepts, public transport authorities are often directly involved in the latter projects.

### **3.2.3. Between a vision of the future and today's planning practice**

At the industrial level, the VDV is strategically concerned with the possible disruptive effects of automated driving. For example, a comprehensive statement from 2020 covered regulatory issues, operational requirements and responsibilities, pilot operation, municipal control, data management and software, and keeper obligations (Leonetti et al., 2020). Yet, despite the general awareness of the relevance of the topic, discussions on the occasion of sectoral events reveal the challenges in translating this insight into action. At a summit in 2021 ("VDV Digitalgipfel"), a comparison was made with digital ticketing (and the passenger benefits associated with it), with many years between first general discussions and actual implementation, building on a multitude of small steps and complex legal arrangements. Concerning automated driving, the industry can only hope that things will be different, but concerns are voiced that it may not be able to keep pace with technological development. Keeping this in mind, a multitude of questions will arise anew in the sector, despite its many well-established routines. For example, experiences from conventional modes of public transport concerning subjective safety may not be valid for automated shuttles. The typical small to medium-sized bus companies, especially in rural areas, with their local identities and political support, do not appear to be well-equipped for entering

automated driving technology – which may, as another example, affect current public tendering practices.

At the municipal level, automated driving is also recognised as an important issue. However, municipal representatives regularly voice how intangible the topic is for them and how many uncertainties it carries. Moreover, day-to-day planning processes are (or have to be) prioritised, leaving little room for dealing with strategic questions. This is exemplified by a recent publication of the German Road and Transportation Research Association (Just et al., 2020), which discusses opportunities and risks briefly – but seems to lag far behind the current scientific debate.

Our observation is supported by a recent survey among public transport professionals in the German federal state of Saxony-Anhalt, where respondents questioned the technological readiness of automated shuttles and suitability for their requirements, despite a general interest in the technology (Beckmann & Zadek, 2021). This is also in line with international findings of significant uncertainties regarding automated driving technology, eventually prohibiting a systematic consideration of potential challenges by public transport professionals (Guerra, 2016; Stone et al., 2018). To put this into perspective, such findings must be contrasted with the rather limited cases where public transport professionals proactively engage beyond technological experimentation with automated driving, for example the new forms of collaboration and planning (incl. tendering) for an automated shuttle service in an urban development area in the Stockholm region (Oldbury & Isaksson, 2021).

#### **3.2.4. Regulatory issues for new forms of public transport supply**

Regulatory issues are also being discussed by the VDV and other associations in the sector, especially in the context of an amendment of the German Passenger Transport Act. Its organisational framework is concerned with how, by restricting, enabling or promoting certain forms of service, public transport can be designed in a way that benefits sustainable mobility (Kettner, 2020), linked to the federal states' respective laws. In contrast, the law on autonomous driving, which was passed in May 2021, only deals with operational issues, and not with the organisational integration into public transport and sustainable mobility, although the law does focus on public transport applications.

A number of further questions arising from automated driving have not yet been discussed in a recognisable way: With a view to standardised cost-benefit analyses, it could for example be asked how public transport investments building on automated driving solutions (beyond technology testing with separate funding) should be planned within the current regulatory framework which heavily relies on empirical reference values (cf. the findings on urban ropeways presented above). Again, similarities with digital ticketing become apparent, since investments in booking platforms, etc., likewise do not fit seamlessly into today's established financing mechanisms – despite the more advanced technological development.

## 4. Discussion

In the discussion, we want to explore what can be learned from comparing our observations regarding urban ropeways and automated driving in public transport, with a more general view towards transformation processes in a sustainable mobility transition. Which need for action does the disruptive potential of automated driving create, and what is the role of institutionalisation processes?

### 4.1. Institutionalisation challenges

From both of the perspectives presented, the thematic diversity of the various facets that join the technology and its development becomes clear. For urban ropeways, the challenges are clearly definable: The innovation seems to be just an incremental supplement to conventional public transport repertoires; yet, a lack of experience and the need for adaptation of planning instruments contribute to an implementation gap. In contrast, automated driving in public transport illustrates the dissonance between technological innovation and mobility transition discourses, as discussed in the introduction: Beyond a focus on technological development, consideration of the necessary institutionalisation processes (in order to shape the transformation in a sustainability-oriented manner) remains diffuse and lags behind. This is striking, since only institutionalisation determines how technologies (and experimentation with them) ultimately become, or can become, innovations that modify the existing regime in one way or another, and thus become effective. Notably, the close link between transition and institutionalisation has been discussed for a wide range of socio-technical transition processes: For example, the interplay of agency and institutionalisation processes has been analysed in the water sector (Brown et al., 2013; Fünfschilling & Truffer, 2016), a specific attempt to change regulations has been analysed in the Dutch taxi sector (Pelzer et al., 2019), and alternative institutional logics have been discussed regarding their role in endogenous regime change (Runhaar et al., 2020).

While the consideration of necessary institutionalisation steps may be left to an internal debate about suitable public transport solutions in the case of urban ropeways, it is much more critical in the case of automated driving. Its disruptive potential at the level of the mobility system clearly includes scenarios opposed to the requirements of sustainable mobility. Bringing automated driving in line with a sustainable mobility transition therefore requires synchronization efforts (Pel et al., 2020).

Contrasting both technologies with conventional public transport, Tab. VI-2 highlights the most important institutionalisation challenges. The comparison underscores the differences not only in magnitude, but also in the areas to be considered in the synchronization tasks.

Both urban ropeways and automated driving in public transport bring about specific institutionalisation challenges as an inherent element of their respective innovation processes. Considering urban ropeways, institutionalisation takes place essentially within the existing public transport regime. However, strategically using their potential to extend public transport more generally already requires targeted frameworks to facilitate this. On

the other hand, more is at stake when considering automated driving (cf. ‘heaven’ or ‘hell’ debate). Yet, the main challenges do not lie in supporting (or not) the technology’s disruptive potential per se, but in shaping the transformation process. Recalling the sustainability orientation of the mobility transition debate, this requires a well-founded normative compass, particularly on the selector side, in order to ensure that the disruption supports more sustainable mobility (“directionality”, cf. Pel et al., 2020) and moves beyond alternative drivetrains and more efficient car traffic (cf. Manderscheid, 2020).

**Tab. VI-2: Comparison of transformative potential and institutionalisation challenges**

	<b>Technological challenges</b>	<b>Transformative potential</b>	<b>Challenges for a mobility transition</b>
	<b>Challenges for public transport professionals</b>		
Conventional public transport	Established technology; in some places reaching capacity limits	Incremental (service extension)	Insufficient for mobility transition under current (e.g. financial) framework
	Established planning instruments & extensive experience; limited implementation capacities		
Urban ropeways	Adjusting established technology to a new field of application	Widening public transport portfolio, applications where conventional options are not viable	Filling knowledge gaps & adjusting framework details – within public transport regime
	General mechanisms & criteria applicable; lacking experience		
Automated driving in public transport	Early phase of technological development, many unsolved issues	Disruptive potential, linked with major uncertainty regarding its orientation	Ensuring ‘heaven’ & prohibiting ‘hell’ – across socio-technical mobility system
	New instruments, competences & responsibilities required to ensure integrated system		
	↓		
	Strategic reconsideration of socio-technical institutions (in prospect of automated driving) may simultaneously facilitate incorporation of mode-consistent public transport innovations & conventional service extensions		

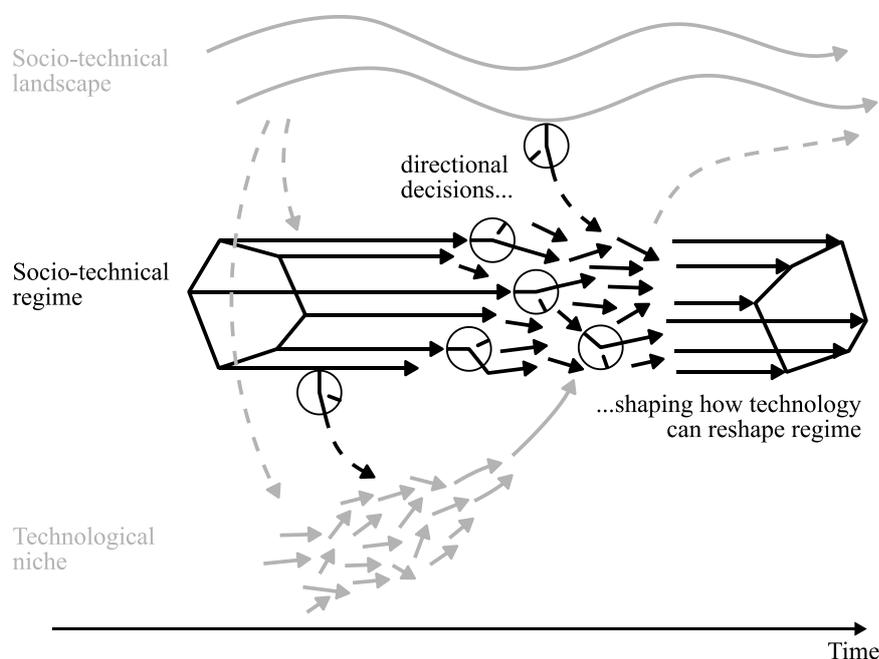
## VI. From ambition to implementation

The question remains whether the greater disruptive potential of automated driving (compared to the urban ropeway niche) and the need for action are perceived by public transport professionals, as well as policy-makers and regulators, in such a way that they engage in the debate early on and proactively adapt the framework conditions of current professional practices. The current rise of climate policy may be a supportive trigger in this regard (cf. Jensen et al., 2017); however, even if the need for action is more widely recognised, goal orientation remains a challenge because it requires a change of perspective from technology to mobility by a multitude of actors. Up to now, formal institutionalisation of a mobility transition orientation has not become visible in Germany, for example considering the friction between cycling promotion and car-orientation which is engraved into road traffic regulation. There is thus a risk of missing the moment when important questions about the integration of automated driving into the mobility system need to be answered (and even asked in the first place). While there are early signs of a rising debate, its comprehensiveness and persistence are difficult to assess. In particular, it is not yet clear to what extent the approaches to regulating new types of public transport services will remain tied to an internal public transport perspective, or if interactions in the mobility system (also with regard to the parallel development of individual mobility tools) will be included consistently. If adhering to current structures, this may inhibit important elements of institutionalisation, such as adapting professional practices in evaluating transport policy measures across transport modes.

In order to conceptualize this challenge, we first refer to an approach developed with a view towards the enactor side of innovation processes: Smith and Raven (2012) distinguished a “fit-and-conform” strategy (developing one's own technology in such a way that it fits smoothly into the existing regime) and a “stretch-and-transform” strategy (actively influencing the regime framework in order to help one's own niche achieve a breakthrough) in supporting niche innovations. Both strategies are also visible in the field of digitalisation and automation of mobility (Schippl & Arnold, 2020). We suggest that a similar distinction can be made for selector strategies: A “directional decision-making” strategy would consistently consider interactions in the mobility system, including proactive support for the institutionalisation of new professional practices. This corresponds to a “stretch-and-transform” strategy by enactors. It also includes “directionality” (Pel et al., 2020) as a second point of reference in a twofold way: First, it is itself guided by a strong normative orientation towards sustainable mobility; second, it provides orientation and shapes how technology may further transform the regime (Fig. VI-1). In contrast, a “passive enabling of technologies” strategy would correspond to a “fit-and-conform” strategy on the enactor side, leaving the fundamental structures of the existing regime untouched.

Lyons and Davidson (2016) suggested a similar distinction between policy modes following a “regime-compliant pathway” or a “regime-testing pathway”, emphasising the better suitability of the latter for dealing with the uncertainties inherent in transformative processes. The importance of strategic agenda-setting is also one of the conclusions drawn from the Swedish case mentioned above (Oldbury & Isaksson, 2021). In view of the challenges of a sustainable mobility transition, selectors' decision-making responsibility should be appropriately satisfied (cf. Hausknot & Haas, 2019) – implying a “directional decision-making” strategy – in order to move ahead of an otherwise threatening technological disruption that lacks normative orientation. The proactive adaptation of

professional practices as an independent policy component would thus become part of shaping disruption and form one element of an actual mobility policy (instead of current transport policy) (cf. Busch-Geertsema et al., 2015).



**Fig. VI-1: Directional decision-making in the socio-technical regime**

(own adaptation, based on Geels, 2012) (© Springer Nature, originally published in Reichenbach and Fleischer (2023), reproduced with permission from Springer Nature, not covered by CC-BY license)

## 4.2. Limits of the perspective towards (local) public transport actors

The examination of institutionalisation processes, especially with regard to professional practices at the local level, provides valuable insights regarding the challenges for a sustainable mobility transition that are associated with them. However, it is undisputed that there are various other challenges or obstacles (as well as drivers) affecting a sustainable mobility transition. The analysis presented in this article does not allow for a definitive assessment of all relationships between those factors. Our perspective towards public transport professionals provides only a limited piece of the puzzle, precisely because transport policy is a socially controversial topic (cf. Baekgaard et al., 2015). The same, however, holds true for any narrow analysis, for example focussing on only customer preferences, user needs, or regulation. Particularly for automated driving in public transport, an analysis focussing on the interdependencies of the various perspectives would thus be worthwhile.

One important area to be considered is how professional practices are embedded in a wider policy context, including legislative processes, (partially lacking) political will, increasing political polarisation (affecting transport policy), or challenges engraved into federalism and the related distribution of regulatory responsibilities (cf. Upham et al., 2015). For example, urban ropeway investments in Germany have become eligible for public funding

following a parliamentary initiative, but have not been systematically reflected by the related cost-benefit analysis guidance until most recently. In turn, the debate on automated driving is deeply interwoven with the debate on the future of automobility more generally, which, in addition to transport policy, is deeply interrelated with industrial policy, particularly in Germany. From a theoretical perspective, this also means that there is no clear dichotomy between the two strategies discussed above: passivity from a mobility angle may for example be linked with clear directionality driven by a motivation to protect the automotive industry. In practice, this comes with obvious trade-offs and divergent interests, and for the authors a consistent national diffusion strategy is not yet visible. In any case, there is reason to suspect that a reliance on selective processes purely based on competitive processes would be extremely critical from a sustainable mobility transition standpoint.

In addition to sectoral policies, different policy levels also play a role. Discrepancies between a strategic orientation towards sustainable mobility and the actual regulatory framework conditions set at a supranational or national level may result in significant obstacles for local policy actors and public transport professionals who want to implement certain measures. It is therefore worth asking where a lack of instruments may be matched by a lack of ambition in the policy system, addressing power relations between actors (cf. Avelino & Wittmayer, 2016).

## 5. Conclusions

Our analysis shows the importance of public transport professionals in the mobility system. They are the ones who actually implement the building blocks of a sustainable mobility transition at a local level. However, the work of public transport professionals is clearly guided by frameworks at the socio-technical regime level, shaping professional practices and the development of policy instruments. Moreover, the institutionalisation processes (or sometimes their absence) at the regime level closely relate to developments in the wider political landscape. In this article, the insights on urban ropeways and automated driving serve as examples, but many other topics in transport and mobility bring similar challenges, including cycling policy, the promotion of car sharing, or negotiating between procurement laws and a passenger-oriented provision of public transport services.

Beyond the detailed challenges linked with individual technologies or planning tools, a sustainable mobility transition is thus primarily a matter of comprehensive synchronisation at a strategic level (cf. Pel et al., 2020). In this regard, Hausknot and Haas (2019) call for new institutions “for transformative innovation [...] to improve the capacities of complex societies to make binding decisions in politically contested fields” (p. 1). Our contribution shows the concrete need to go beyond the visionary level of policy goals and to consider the routines and practices of transport professionals in this synchronization process.

Hence, further research is needed at the triple interface of technological developments, the mobility transition debate, and professional practices across the mobility system. Future research addressing transition governance approaches and technological innovation should more explicitly consider the role of professional practices in innovation processes, taking

into account wider political processes and power relations, as well. Particular attention should be paid to further developing, testing, and refining tools and processes in support of consistent sustainability-oriented institutional learning and directional decision-making.

### **Abbreviations**

ICT information and communication technology

VDV Association of German Transport Companies  
[Verband Deutscher Verkehrsunternehmen]

SSB Stuttgarter Straßenbahnen AG

### **Acknowledgements**

Maike Puhe (Karlsruhe Institute of Technology) was involved in the design and data collection in the “Hoch hinaus” project, concerning urban ropeways and the respective expert workshops, in particular (cf. Reichenbach & Puhe, 2022). Julie Cook (Julie Cook Academic Editing & Proofreading Services) assisted by conducting a language check of the manuscript. The article builds on a workshop contribution from 2021 (cf. Reichenbach & Fleischer, 2023) and has been revised and expanded before submission to this journal.

### **Author contributions**

MR was the lead author of the manuscript. The analytical approach was developed jointly by MR and TF. Sections 2.2 and 3.1 on urban ropeways were written by MR. Sections 2.3 and 3.2 on automated driving were written jointly by TF and MR. The discussion and the conclusions were written by MR with contributions by TF. Both authors read and approved the final manuscript.

### **Funding**

Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL. We acknowledge support by the Publication Fund of the Karlsruhe Institute of Technology. The insights regarding urban ropeways are based on a selection of the results of the “Hoch hinaus” project (funding: Ministry of Transport Baden-Württemberg). The insights regarding automated driving particularly relate to the “Tech Center a –drive” project (funding: Ministry of Science, Research and the Arts Baden -Württemberg). Neither funding body had a role in designing the study, collecting, analysing and interpreting data, or writing the manuscript.

### **Availability of data and materials**

The transcripts from the expert workshops (cf. section 2.2) are not publicly available due to privacy reasons (transcripts contain internal information of the participants’ institutions). Not applicable for section 3.2.

## Declarations

### Ethics approval and consent to participate

Not applicable. No medical research was conducted. Participants of the expert workshops (cf. section 2.2) participated in their roles as representatives of the respective institutions and no ethical approval was required.

### Consent for publication

Not applicable.

### Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

## References

- Audouin, M., & Finger, M. (2018). The development of Mobility-as-a-Service in the Helsinki metropolitan area: A multi-level governance analysis. *Research in Transportation Business & Management*, 27, 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.09.001>
- Avelino, F., & Wittmayer, J. M. (2016). Shifting Power Relations in Sustainability Transitions: A Multi-actor Perspective. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 18(5), 628–649. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2015.1112259>
- Baekgaard, M., Blom-Hansen, J., & Serritzlew, S. (2015). When Politics Matters: The Impact of Politicians' and Bureaucrats' Preferences on Salient and Nonsalient Policy Areas. *Governance*, 28(4), 459–474. <https://doi.org/10.1111/gove.12104>
- Becker, U. J., & Schwedes, O. (2020). *Zur Reformbedürftigkeit der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Plädoyer für ein repräsentatives Verfahren bei der Festlegung von Richtlinien im Straßenverkehr* (IVP-Discussion Paper 2020 (3)). Berlin. TU Berlin, Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung. [https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion\\_Paper/DP16\\_BeckerSchwedes.pdf](https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP16_BeckerSchwedes.pdf)
- Beckmann, S., & Zadek, H. (2021). Acceptance of automated shuttle buses from the perspective of transport experts. In *Experience future mobility now* (pp. 838–854). Intelligent Transportation Society of America.
- Brand, C., Anable, J., Ketsopoulou, I., & Watson, J. (2020). Road to zero or road to nowhere? Disrupting transport and energy in a zero carbon world. *Energy Policy*, 139, 111334. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111334>
- Brost, M., Gebhardt, L., Karnahl, K., Deißer, O., Steiner, T., Ademeit, A.-M., Brandies, A., Sippel, T., Velimsky, J., Müller, A., Beyer, S., & Ulmer, F. (2019). *Reallabor Schorndorf: Entwicklung und Erprobung eines bedarfsgerechten Bussystems*. Stuttgart. [https://www.reallabor-schorndorf.de/wp-content/uploads/2016/08/2019\\_Projektbericht-Reallabor-Schorndorf.pdf](https://www.reallabor-schorndorf.de/wp-content/uploads/2016/08/2019_Projektbericht-Reallabor-Schorndorf.pdf)
- Brown, R. R., Farrelly, M. A., & Loorbach, D. A. (2013). Actors working the institutions in sustainability transitions: The case of Melbourne's stormwater management. *Global Environmental Change*, 23(4), 701–718. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.02.013>
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), & Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). (2019). *Aktionsplan Forschung für autonomes Fahren: Ein übergreifender Forschungsrahmen von BMBF, BMWi und BMVI*. [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub/Aktionsplan\\_Forschung\\_fuer\\_autonomes\\_Fahren.pdf](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Aktionsplan_Forschung_fuer_autonomes_Fahren.pdf)

- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). (2015). *Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren: Leitanbieter bleiben, Leitmarkt werden, Regelbetrieb einleiten*. [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/broschuere-strategie-automatisiertes-vernetztes-fahren.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/broschuere-strategie-automatisiertes-vernetztes-fahren.pdf?__blob=publicationFile)
- Busch-Geertsema, A., Klinger, T., & Lanzendorf, M. (2015). Wo bleibt eigentlich die Mobilitätspolitik? Eine kritische Auseinandersetzung mit Defiziten und Chancen der deutschen Politik und Forschung zu Verkehr und Mobilität. *Informationen zur Raumentwicklung*(2), 135–148. <http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/IzR/2015/2/Inhalt/inhalt.html?nn=422250>
- Canzler, W., & Knie, A. (2018). *Die Zukunft urbaner Mobilität – Ansätze für eine ökologische Verkehrswende im digitalen Zeitalter* (böll.brief Grüne Ordnungspolitik No. 6). Berlin. Heinrich Böll Stiftung. <https://www.boell.de/de/2018/04/16/die-zukunft-urbaner-mobilitaet-boellbrief-gruene-ordnungspolitik-6>
- Colebatch, H. K., Hoppe, R., & Noordegraaf, M. (Eds.). (2010). *Working for Policy*. Amsterdam University Press. <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10443021>  
<https://doi.org/10.5117/9789089642530>
- Creger, H., Espino, J., & Sanchez, A. S. (2019). *Autonomous vehicle heaven or hell? Creating a transportation revolution that benefits all*. Greenlining Institute. [https://greenlining.org/wp-content/uploads/2019/01/R4\\_AutonomousVehiclesReportSingle\\_2019\\_2.pdf](https://greenlining.org/wp-content/uploads/2019/01/R4_AutonomousVehiclesReportSingle_2019_2.pdf)
- Docherty, I., Marsden, G., & Anable, J. (2018). The governance of smart mobility. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 115, 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.09.012>
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 167–181. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.003>
- Fazlic, N. (2019). *Deutsche Regelwerke und die Verkehrswende: Teil der Lösung oder Teil des Problems? Die Grundlagen der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen im Vergleich mit der Radverkehrsgestaltung in Norwegen* (IVP-Discussion Paper 2019 (1)). Berlin. TU Berlin, Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung. [https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion\\_Paper/DP13\\_Deutsche\\_Regelwerke\\_und\\_die\\_Verkehrswende.pdf](https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP13_Deutsche_Regelwerke_und_die_Verkehrswende.pdf)
- Fleischer, T., Schippl, J., & Givoni, M. (2018). Interview with Prof. Moshe Givoni. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 27(2), 68–71. <https://doi.org/10.14512/tatup.27.2.68>
- Fleischer, T., Schippl, J., Yamasaki, Y., Taniguchi, A., Nakao, S., & Tanaka, K. (2020). Social Acceptance of Automated Driving in Germany and Japan: Conceptual Issues and Empirical Insights. In SIP-adus (Chair), *SIP-adus Workshop 2020: Innovation of Automated Driving for Universal Services*, online. <https://en.sip-adus.go.jp/evt/workshop2020/>
- Fünfschilling, L., & Truffer, B. (2014). The structuration of socio-technical regimes—Conceptual foundations from institutional theory. *Research Policy*, 43(4), 772–791. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.010>
- Fünfschilling, L., & Truffer, B. (2016). The interplay of institutions, actors and technologies in socio-technical systems — An analysis of transformations in the Australian urban water sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 103, 298–312. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.11.023>
- Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 24–40. <https://doi.org/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. *Journal of Transport Geography*, 24, 471–482. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>
- Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3), 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Glaser, M., te Brömmelstroet, M., & Bertolini, L. (2019). Learning to build strategic capacity for transportation policy change: An interdisciplinary exploration. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 1, 100006. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100006>

## VI. From ambition to implementation

- Guerra, E. (2016). Planning for Cars That Drive Themselves. *Journal of Planning Education and Research*, 36(2), 210–224. <https://doi.org/10.1177/0739456X15613591>
- Hahn, T., & te Brömmelstroet, M. (2021). Collaboration, experimentation, continuous improvement: Exploring an iterative way of working in the Municipality of Amsterdam's Bicycle Program. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 9, 100289. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100289>
- Hausknost, D., & Haas, W. (2019). The Politics of Selection: Towards a Transformative Model of Environmental Innovation. *Sustainability*, 11(2), 506. <https://doi.org/10.3390/su11020506>
- Hermann, A., Klinski, S., Heyen, D. A., & Kasten, P. (2019). *Rechtliche Hemmnisse und Innovationen für eine nachhaltige Mobilität - 1. Teilbericht* (Texte 94/2019). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rechtliche-hemmnisse-innovationen-fuer-eine>
- Hirschhorn, F., Paulsson, A., Sørensen, C. H., & Veeneman, W. (2019). Public transport regimes and mobility as a service: Governance approaches in Amsterdam, Birmingham, and Helsinki. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 130, 178–191. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.016>
- Hochfeld, C., Jung, A., Hitpaß-Klein, A., Maier, U., Meyer, K., & Vorholz, F. (2017). *Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern: 12 Thesen zur Verkehrswende*. Berlin. <https://www.agora-verkehrswende.de/12-thesen/>
- Holden, E., Banister, D., Gössling, S., Gilpin, G., & Linnerud, K. (2020). Grand Narratives for sustainable mobility: A conceptual review. *Energy Research & Social Science*, 65, 101454. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101454>
- Hrelja, R. (2015). Integrating transport and land-use planning? How steering cultures in local authorities affect implementation of integrated public transport and land-use planning. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 74, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.01.003>
- Hrelja, R., Khan, J., & Pettersson, F. (2020). How to create efficient public transport systems? A systematic review of critical problems and approaches for addressing the problems. *Transport Policy*, 98, 186–196. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2019.10.012>
- Hrelja, R., Monios, J., Rye, T., Isaksson, K., & Scholten, C. (2017). The interplay of formal and informal institutions between local and regional authorities when creating well-functioning public transport systems. *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(8), 611–622. <https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1292374>
- Jensen, J. S., Cashmore, M., & Elle, M. (2017). Reinventing the bicycle: how calculative practices shape urban environmental governance. *Environmental Politics*, 26(3), 459–479. <https://doi.org/10.1080/09644016.2017.1311089>
- Just, U., Krech, M., & Gertz, C. (2020). *Chancen und Risiken des autonomen und vernetzten Fahrens aus der Sicht der Verkehrsplanung* (FGSV-Bericht Ausgabe 2020). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsplanung (FGSV). [https://www.fgsv.de/fileadmin/pdf/006\\_14.v.pdf](https://www.fgsv.de/fileadmin/pdf/006_14.v.pdf)
- Kettner, B. (2020). *Stellungnahme des Verkehrsclubs Deutschland e. V. (VCD) zum Referentenentwurf zur Änderung des Personenbeförderungsgesetzes (PBeFG)*. Berlin. Verkehrsclub Deutschland e.V. (VCD). [https://www.vcd.org/fileadmin/user\\_upload/Redaktion/Themen/Oeffentlicher\\_Personennahverkehr/Personenbefoerderungsgesetz/Stellungnahme\\_des\\_VCD\\_zur\\_PBeFG-Novellierung.pdf#page=1&zoom=auto,-274,843](https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Themen/Oeffentlicher_Personennahverkehr/Personenbefoerderungsgesetz/Stellungnahme_des_VCD_zur_PBeFG-Novellierung.pdf#page=1&zoom=auto,-274,843)
- Leonetti, E., Ackermann, T., & Schmitz, M. (2020). *Eckpunkte zum Rechtsrahmen für einen vollautomatisierten und fahrerlosen Level 4 Betrieb im öffentlichen Verkehr: Positionspapier*. Köln. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). <https://www.vdv.de/20201016-vdv-positionspapier-eckpunktepapier-fuer-rechtsrahmen-zum-autonomen-fahren-im-oev.pdf>
- Liu, G., te Brömmelstroet, M., Krishnamurthy, S., & van Wesemael, P. (2019). Practitioners' perspective on user experience and design of cycle highways. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 1, 100010. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100010>

- Lyons, G., & Davidson, C. (2016). Guidance for transport planning and policymaking in the face of an uncertain future. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 88, 104–116. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.03.012>
- Manders, T. N., Cox, R., Wieczorek, A. J., & Verbong, G. P. J. (2020). The ultimate smart mobility combination for sustainable transport? A case study on shared electric automated mobility initiatives in the Netherlands. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 5, 100129. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100129>
- Manderscheid, K. (2020). Antriebs-, Verkehrs- oder Mobilitätswende? Zur Elektrifizierung des Automobilitätsdispositivs. In A. Brunnengräber & T. Haas (Eds.), *Baustelle Elektromobilität: Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität* (pp. 37–67). transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839451656-003>
- McLeod, S., Scheurer, J., & Curtis, C. (2017). Urban Public Transport. *Journal of Planning Literature*, 32(3), 223–239. <https://doi.org/10.1177/0885412217693570>
- Meadowcroft, J. (2011). Engaging with the politics of sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.003>
- Monheim, H., Muschwitz, C., Auer, W., & Philippi, M. (2010). *Urbane Seilbahnen: Moderne Seilbahnsysteme eröffnen neue Wege für die Mobilität in unseren Städten*. Verkehrspraxis. KSV Kölner Stadt- und Verkehrsverlag.
- Nobis, C., & Kuhnimhof, T. (2018). *Mobilität in Deutschland – MiD. Ergebnisbericht. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15)*. Bonn, Berlin. [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017\\_Ergebnisbericht.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf)
- Oldbury, K., & Isaksson, K. (2021). Governance arrangements shaping driverless shuttles in public transport: The case of Barkarbystaden, Stockholm. *Cities*, 113, 103146. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103146>
- Pajares, E., & Priester, R. (2015). Urbane Seilbahnen als innovative Ergänzung im ÖPNV: Potenzialabschätzung für den Einsatz in europäischen Städten. *Der Nahverkehr*(3), 44–47.
- Paulsson, A., Hylander, J., & Hrelja, R. (2017). One for all, or all for oneself? Governance cultures in regional public transport planning. *European Planning Studies*, 25(12), 2293–2308. <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1362376>
- Pel, B., Raven, R., & van Est, R. (2020). Transitions governance with a sense of direction: synchronization challenges in the case of the dutch 'Driverless Car' transition. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120244. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120244>
- Pelzer, P., Frenken, K., & Boon, W. (2019). Institutional entrepreneurship in the platform economy: How Uber tried (and failed) to change the Dutch taxi law. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 33, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.02.003>
- Pettersen, I. N., Verhulst, E., Valle Kinloch, R., Junghans, A., & Berker, T. (2017). Ambitions at work: Professional practices and the energy performance of non-residential buildings in Norway. *Energy Research & Social Science*, 32, 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.02.013>
- Prätorius, G. (1993). *Das PROMETHEUS-Projekt: Technikentstehung als sozialer Prozeß*. Gabler Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-96345-1>
- Reichenbach, M., & Fleischer, T. (2023). Zwischen Ambition und Umsetzung. Institutionalisierungsprozesse als Kernherausforderung der Mobilitätswende? In D. Sack, H. Straßheim, & K. Zimmermann (Eds.), *Renaissance der Verkehrspolitik. Politik- und mobilitätswissenschaftliche Perspektiven* (pp. 293–322). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-38832-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-658-38832-4_12)
- Reichenbach, M., & Puhe, M. (2018). Flying high in urban ropeways? A socio-technical analysis of drivers and obstacles for urban ropeway systems in Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61(B), 339–355. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.019>
- Reichenbach, M., & Puhe, M. (2022). Struggling with inertia: Regime barriers opposing planning and implementation of urban ropeways. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100023>

## VI. From ambition to implementation

- Rip, A. (2006). Folk Theories of Nanotechnologists. *Science as Culture*, 15(4), 349–365. <https://doi.org/10.1080/09505430601022676>
- Runhaar, H., Fünfschilling, L., van den Pol-Van Dasselaar, A., Moors, E. H., Temmink, R., & Hekkert, M. P. (2020). Endogenous regime change: Lessons from transition pathways in Dutch dairy farming. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 36, 137–150. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.06.001>
- SAE International. (2018). *Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles: SAE document J3016. Issued 2014, revised 2018*. Warrendale, PA. SAE International. [https://saemobilus.sae.org/content/j3016\\_201806](https://saemobilus.sae.org/content/j3016_201806)
- Schippl, J., & Arnold, A. (2020). Stakeholders' Views on Multimodal Urban Mobility Futures: A Matter of Policy Interventions or Just the Logical Result of Digitalization? *Energies*, 13(7), 1788. <https://doi.org/10.3390/en13071788>
- Schwedes, O. (2018). Verkehrspolitik als Gesellschaftspolitik. In O. Schwedes (Ed.), *Verkehrspolitik: Eine interdisziplinäre Einführung* (pp. 3–24). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-21601-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-21601-6_1)
- Scott, W. R. (2014). *Institutions and organizations: Ideas, interests and identities* (Fourth edition). SAGE.
- Smith, A., & Raven, R. (2012). What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Research Policy*, 41(6), 1025–1036. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.12.012>
- Stickler, A. (2020). Automatisiertes und vernetztes Fahren als Zukunftsperspektive für Europa? Eine Diskursanalyse der gegenwärtigen europäischen Politik. In A. Brunnengräber & T. Haas (Eds.), *Baustelle Elektromobilität: Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität* (pp. 93–115). transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839451656-005>
- Stone, J., Ashmore, D., Scheurer, J., Legacy, C., & Curtis, C. (2018). Planning for Disruptive Transport Technologies: How Prepared Are Australian Transport Agencies? In G. Marsden & L. Reardon (Eds.), *Emerald Points. Governance of the Smart Mobility Transition* (pp. 123–137). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-78754-317-120181008>
- Tschoerner-Budde, C. (2020). Cycling policy futures: Diversifying governance, expertise and the culture of everyday mobilities. *Applied Mobilities*, 7, 1–18. <https://doi.org/10.1080/23800127.2020.1766217>
- Upham, P., Oltra, C., & Boso, A. (2015). Towards a cross-paradigmatic framework of the social acceptance of energy systems. *Energy Research & Social Science*, 8, 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.05.003>
- van Dorp, E.-J. (2018). Trapped in the hierarchy: the craft of Dutch city managers. *Public Management Review*, 20(8), 1228–1245. <https://doi.org/10.1080/14719037.2017.1383783>
- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). (2019). *Für eine Zukunft mit mehr Lebensqualität: Individuelle und öffentliche Mobilität aus einem Guss – geteilt, elektrisch und autonom*. Köln. <https://www.vdv.de/infografik-faltkarte.pdf>
- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). (2021). *Autonome Shuttle-Bus-Projekte in Deutschland*. <https://www.vdv.de/liste-autonome-shuttle-bus-projekte.aspx>
- Ydersbond, I. M., Auvinen, H., Tuominen, A., Fearnley, N., & Aarhaug, J. (2020). Nordic Experiences with Smart Mobility: Emerging Services and Regulatory Frameworks. *Transportation Research Procedia*, 49, 130–144. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.09.012>
- Zimmer, F. (2020). Nur das Richtige im Falschen? Mobilität zwischen Innovation und automobiler Pfadabhängigkeit. In A. Brunnengräber & T. Haas (Eds.), *Baustelle Elektromobilität: Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität* (pp. 117–136). transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839451656-006>

# VII. Diskussion und Ausblick

## 1. Institutionalisation im Zentrum von Transformation

Die vorliegenden Erkenntnisse entlang der thematischen Ankerpunkte der urbanen Seilbahnen und des automatisierten Fahrens im Öffentlichen Verkehr (ÖV) zeigen in großer Vielfalt auf, dass die Themen Innovation und Transformation bei den Akteuren des sozio-technischen ÖV-Regimes im betrachteten deutschen Rahmen auf organisatorischer Ebene ebenso wie auf Ebene der handelnden Personen in großer Breite angekommen sind.

Innerhalb des ÖV-Regimes können Innovationsthemen Schritt für Schritt abgearbeitet werden, wie das Beispiel der urbanen Seilbahnen zeigt. Liest man die empirischen Analysen der vorangehenden Kapitel unter Beachtung ihrer Veröffentlichungsjahre quer und sucht nach den Aussagen zum Regulierungsrahmen, so fällt unmittelbar auf, welche Entwicklung das Thema in Deutschland innerhalb eines knappen Jahrzehnts genommen hat: Die Entwicklung reicht von der Beschreibung eines innovationsträgen ÖV, in den urbane Seilbahnen als nischenhafter Fremdkörper kaum hineinpassen (Puhe & Reichenbach, 2014, Kapitel II) über eine nach und nach vermehrte Wahrnehmung der Potentiale der neuen Verkehrsmitteloption für spezifische Anwendungsfälle und die inzwischen geschaffenen Fördermöglichkeiten (Reichenbach & Puhe, 2018, Kapitel III) bis zur 2022 tatsächlich in Kraft gesetzten überarbeiteten Verfahrensanleitung der sogenannten ‚standardisierten Bewertung‘, die nun auch Seilbahnplanungen abbildet (Reichenbach & Puhe, 2022, Kapitel IV). Urbane Seilbahnen werden so zunehmend gleichberechtigt als Möglichkeit des ÖV-Ausbaus diskutiert; die planerischen Instrumente werden gezielt weiterentwickelt, um insbesondere noch bestehende Lücken an Erfahrungswerten zu überbrücken.

Mit der Öffnung für neuartige Verkehrsmittel im ÖV geht bis zu einem gewissen Ausmaß auch ein verändertes Rollenverständnis als Mitgestalterinnen und Mitgestalter der Transformation bzw. einer umfassenden Mobilitätswende einher. Auch wenn die Antworten auf viele Detailfragen noch offenbleiben, wird also das ‚Ob‘ eines Transformationsprozesses nicht mehr in Frage gestellt. Ein solches Rollenverständnis stößt jedoch zugleich deutlich vernehmbar auf Grenzen. Als wesentlicher Grund erscheint hierbei, um es mit der inzwischen beileibe nicht mehr neuen Frage von Busch-Geertsema et al. (2015) nach einer Mobilitätspolitik zu fassen, dass eine solche in vielerlei Hinsicht weiterhin auf sich warten lässt. Dies wird in den vorliegenden Arbeiten zum automatisierten Fahren im ÖV klar sichtbar.

Für das automatisierte Fahren muss nämlich aus Sicht eines nachhaltigkeitsorientierten Transformationsprozesses die bisherige Bewertung wesentlich kritischer ausfallen. Diesem Technologiefeld wird allgemein enormes disruptives Potential zugeschrieben und dieses ist auch innerhalb des ÖV-Regimes grundsätzlich erkannt. Der erwartete Transformationsprozess – oder vielmehr dessen mögliche Ausprägungen – erstreckt sich jedoch über die volle Breite des Mobilitätssystems, so dass kaum ein Akteur alle Diskursstränge im Blick

behalten, geschweige denn mit beeinflussen kann. Mit der noch in Entwicklung befindlichen Technologie und den daher inhärent noch viel größeren Unsicherheiten (im Vergleich zur internen ÖV-Entwicklung urbane Seilbahn) ist deswegen auch ein großer Bedarf für geeignete Forschungsumgebungen beispielsweise in nachhaltigkeitsorientierten Real-laboren gegeben, in denen integrierte Fragestellungen überhaupt erst untersucht werden können, vor allem über die reine Technologie hinaus zur Einbindung in das Mobilitätssystem (Reichenbach, 2021, Kapitel V).

Anhand der exemplarisch untersuchten Themenfelder der urbanen Seilbahnen und des automatisierten Fahrens im ÖV kristallisiert sich also als wesentliche Herausforderung heraus, dass eine aus Nachhaltigkeitssicht wünschenswerte Ausrichtung der jeweils ablaufenden Transformationsprozesse spezifischen Steuerungsbedarf bedeutet – dessen Erfüllung aktuell jedoch vor allem hinsichtlich des disruptiven Potentials des automatisierten Fahrens noch kaum systematisch beobachtet werden kann (Reichenbach & Fleischer, 2023, Kapitel VI).

Innerhalb des Spannungsfeldes zwischen technologischer Entwicklung und resultierender Funktion einer Innovation im sozio-technischen System Mobilität ist wegen dieser Zusammenhänge außerdem zu beobachten, wie die Begriffe von Inkrementalität und Disruption an Kontur verlieren und auf Ebene des Gesamtsystems zu einem Spektrum verschmelzen, während sie nur noch für Teilbereiche (z. B. ÖV-Organisation oder Mobilitätsverhalten) klarer zu fassen sind (Tab. VII-1).

**Tab. VII-1: Transformationspotentiale: urbane Seilbahnen und automatisiertes Fahren im Vergleich**

	<b>Urbane Seilbahn</b>	<b>Automatisiertes Fahren – „heaven“</b>	<b>Automatisiertes Fahren – „hell“</b>
Veränderungspotential im Mobilitätssystem	Erweiterung ÖV-Einsatzbereiche	Mobilitätsdienstleistungen prägen Mobilität	Zunahme Individualverkehr, Marginalisierung ÖV
Fokus (möglicher) aktiv betriebener Institutionalisierung	Ergänzung bestehender ÖV-Planungsinstrumente	Zielgerichtete Rahmensetzung für Technikeinsatz	Technikermöglichkeit und Reaktion auf Entwicklung
Bewertung (Nutzersicht)	Inkrementell	Disruptiv	Disruptiv
Bewertung (ÖV-Organisation)	Inkrementell <sup>1</sup>	Disruptiv/ Inkrementell <sup>2</sup>	Inkrementell/ Disruptiv <sup>3</sup>
Bewertung (Mobilitätspolitik)	Inkrementell	„directional decision-making“ <sup>4</sup>	„passive enabling of technologies“ <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Der Betrieb einer urbanen Seilbahn kann für eine/n einzelne/n Kommune oder Betreiber eine wesentliche Neuaufstellung bedeuten, auf Regimeebene ist die Seilbahn dennoch als nur inkrementelle Ergänzung im Einsatzspektrum des klassischen, liniengebundenen ÖV zu werten.

<sup>2</sup> Disruptiv durch neue Angebotsformen, inkrementell durch Anknüpfen an etablierte Organisationsstrukturen.

<sup>3</sup> Inkrementell durch unveränderte Rahmenbedingungen, disruptiv durch Wegbrechen ganzer Geschäftsfelder.

<sup>4</sup> Vgl. Kapitel VI.

Die Relevanz dieser differenzierten Betrachtung wird besonders deutlich in den beiden Extremszenarien des automatisierten Fahrens<sup>1</sup>: Sowohl eine Mobilitätszukunft geteilter, öffentlicher Shuttles als auch eine solche des maximal bequemen automatisierten Individualverkehrs kündigen in Bezug auf das Mobilitätsverhalten Disruption an. Für ersteren Weg ist dabei aus Sicht des ÖV Disruption einerseits erforderlich, indem durch neue Angebotsformen und –strukturen Schritt gehalten wird mit den Potentialen der Digitalisierung und Automatisierung. Dies stellt jedoch andererseits überhaupt erst eine gewisse Kontinuität sicher, durch die der ÖV auf seine bestehenden Angebote aufbauen und sich entlang seiner etablierten Strukturen schrittweise weiterentwickeln kann – siehe die in Kapitel V dargestellten dahingehenden Aktivitäten der heutigen ÖV-Branche. Umgekehrt ist es in einer Welt des automatisierten Individualverkehrs gerade eine nur passive, Technikeinsatz ermöglichende verkehrspolitische Regulierung ohne weitergehende, nachhaltigkeitsorientierte Rahmensetzung, die den ÖV zu marginalisieren und Teile seiner Geschäftsgrundlage disruptiv hinwegzufegen droht.

Die Bewertung der disruptiven Qualität eines Transformationsprozesses kann vor diesem Hintergrund nicht isoliert, sondern nur kontextabhängig erfolgen. Unmittelbar mit in diesen Kontext gehört die zugrundeliegende Zielorientierung und damit ggf. die Bewertung aus Nachhaltigkeitssicht. Die im Kapitel VI eingenommene Perspektive auf ‚directional decisions‘ als wichtiges Element von Transformationsprozessen greift dieses Thema der Richtungsgebundenheit von Innovation und Transformation direkt auf. Damit verbunden sind unterschiedliche mögliche Strategien in Innovations- und Transformationsprozessen: Nicht nur auf Seite technologischer Enactors, sondern – gerade mit Blick auf die Implikationen einer normativ geprägten Nachhaltigkeitsorientierung – auch auf der Selektionsseite gibt es neben passivem Reagieren auf Neues in bestehenden Strukturen auch den aktiven, den Wandel bewusst (mit-)gestaltenden Pfad des „directional decision-making“ (Reichenbach & Fleischer, 2023, S. 13, vgl. Kapitel VI), darunter durch politisch-regulatorische Rahmensetzungen als wichtigen Teilbereich von Institutionalisierung. Die vorgelegten Ergebnisse dokumentieren entlang der stellvertretenden Themen urbane Seilbahnen und automatisiertes Fahren umfangreich, dass die Akteure des ÖV-Regimes diesem gestaltenden Pfad gegenüber zunehmend offen sind und selbst den Anspruch erheben, mit neuen Technologien und in veränderten Organisationsformen wesentlicher Teil und Treiber einer nachhaltigkeitsorientierten Verkehrs- und Mobilitätswende zu sein.

Eine große Herausforderung ist hierbei, dass Transformation inhärent mit Nichtwissen über die Zukunft einhergeht, mit dem im Transformationsprozess in geeigneter Weise umgegangen werden muss. Wie in den einzelnen Kapiteln ausführlich dargestellt, ist das im eng gewobenen Regulierungsgefüge insbesondere des deutschen ÖV bisher nicht im nötigen Umfang gegeben: Verwaltungsroutinen und öffentliche Haushalte stecken hier teils enge Spielräume ab, innerhalb derer Innovationen und Projekte umgesetzt werden können, teils nach Prüfung entlang (zu) statischer Maßstäbe. Die in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten, inzwischen sichtbar gewordenen regulatorischen Weiterentwicklungen

---

<sup>1</sup> Für eine ausführlichere Darstellung unterschiedlicher Mobilitätszukünfte unter Annahme möglicher Veränderungen durch das automatisierte Fahren siehe Reichenbach (2021), Kapitel V.

belegen zwar, dass spezifischer Anpassungsbedarf für einzelne technologische Entwicklungen (sowohl im Bereich der urbanen Seilbahnen als auch für das automatisierte Fahren im ÖV) wahrgenommen und gezielt bearbeitet wird, jedoch bleiben wesentliche Grundannahmen und Logiken der weiterentwickelten planerischen Instrumente unangetastet (vgl. die ausführlichere Diskussion in Kapitel VI).

Gerade deswegen erscheint eine politische und normative Rahmensetzung erforderlich, die beispielsweise nicht nur verfahrenstechnische und haushaltsrechtliche Vorgaben macht, sondern bewusst auch inhaltliche, zielorientierte Punkte setzt. Würde die Relevanz des in Bezug auf die Transformation bestehenden Nichtwissens stärker anerkannt, dockte eine solche Rahmensetzung im Übrigen nicht einfach eine weitere Heuristik an bestehende Entscheidungssysteme an (z. B. durch immer weitere, jedoch komplex zu berechnende Nutzenfaktoren in der „standardisierten Bewertung“ für neue ÖV-Systeme). Stattdessen sollte sie explizit einen Ausweg bieten, wo deren Grundannahmen und Maßstäbe womöglich an Gültigkeit verlieren. Das ist jedoch zusätzlich voraussetzungsvoll, weil bereits das Erkennen des Ausmaßes an Nichtwissen aus der Binnenperspektive der Akteure nicht ohne Weiteres angenommen werden kann, da diese sich innerhalb des bestehenden sozio-technischen Regimes in Abläufen bewegen, die im bisherigen Rahmen ja durchaus noch funktionieren.

Ein Ansatzpunkt, um die Grundlagen für eine zielorientierte Rahmensetzung aufzubauen und zugleich mit der notwendigen Gleichzeitigkeit parallel ablaufender technologischer, regulatorischer, politischer und gesellschaftlicher Entwicklungen umzugehen, sind deswegen Reallabore und andere Formen von Experimentierräumen, mit denen sich Kapitel V ausführlich auseinandersetzt. Solche geschützten Umgebungen sind nötig, um Lösungswege für komplexe Nachhaltigkeitsprobleme zu entwickeln (Caniglia et al., 2021; Parodi et al., 2018). Diese Debatte ist sehr lebendig, mit stetiger Weiterentwicklung der methodischen Ansätze und der Möglichkeiten, wie aus den Ergebnissen übertragbares Transformationswissen gewonnen werden kann (vgl. u. a. Bergmann et al., 2021; Lam et al., 2020; Luederitz et al., 2017; Parodi et al., 2022; Wirth et al., 2019). Die vorliegende Arbeit hat dabei deutlich gemacht, dass die spezifische Rolle insbesondere von Kommunen und ihrer professionellen Akteure ebenso wie die Auseinandersetzung mit den Institutionalisierungsprozessen, die mit den Experimentierräumen verbunden sind, wichtige Aspekte darstellen (vgl. Kronsell & Mukhtar-Landgren, 2018; Raven et al., 2019; VanHoose et al., 2022). Eine wichtige Herausforderung bleibt dabei das Zusammenführen der unterschiedlichen Herangehensweisen und Relevanzkriterien von Technikentwicklung (einschließlich des teilweise verbreiteten Verständnisses von Reallaboren als bloße regulatory sandboxes) und nachhaltigkeitsorientierter Reallaborforschung.

Von besonderer Bedeutung für die zielgerichtete Weiterentwicklung professioneller Praktiken und Routinen ist deswegen der erst in jüngster Zeit stärker in den Vordergrund rückende Teilbereich des regulatorischen Lernens in Experimentierräumen – gerade dort, wo möglicherweise die Grundlagen für ‚directional decisions‘ noch nicht in ausreichender Tiefe vorliegen. Damit ist hier also gerade nicht das Offenhalten regulatorischer Freiräume zur Ermöglichung von Frühphasen der Technikentwicklung gemeint, sondern umgekehrt das Austesten der Eignung möglicher Regulierungsansätze selbst (Bauknecht et al., 2021; Feser et al., 2021). Dort könnten beispielsweise nicht nur weiterentwickelte, sondern in

ihren Grundlogiken und Bewertungskriterien neuartige Planungsabläufe und Bewertungsverfahren hinsichtlich ihrer Antwortfähigkeit auf technologische Entwicklungen und ihrer Beiträge zu einer nachhaltigkeitsorientierten Entwicklung des Mobilitätssystems untersucht werden. Weiter gedacht könnte dort jenseits individueller regulatorischer Ansätze auch mit veränderten Akteurskonfigurationen oder neu aufgeteilten Zuständigkeiten auch über Planungs- und Politikebenen hinweg experimentiert werden. Aus zeitlichen Gründen konnte die Debatte um das regulatorische Lernen in Experimentierräumen in den Vorveröffentlichungen nicht mehr berücksichtigt werden, sie unterstreicht jedoch die Bedeutung und Aktualität des Themas (vgl. auch Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz [BMWK], 2021, 2022).

## 2. Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Neben den konkreten Analysen und Erkenntnisgewinnen der fünf Vorveröffentlichungen steht ein in der Summe explorativer Charakter der vorliegenden Dissertation mit dem Versuch, die Rolle professioneller Akteure und ihrer Praktiken und Routinen in Transformationsprozessen des Mobilitätssystems besser zu verstehen. Auch wenn im wissenschaftlichen Diskurs ein grundsätzlich starkes Bewusstsein für die Relevanz von Institutionen auch im professionellen Umfeld als Teil sozio-technischer Regimes ausdrücklich präsent ist, so werden diese doch häufig als ein Faktor unter vielen behandelt. Der Literaturbestand, der sich mit derlei Fragestellungen detailliert und fokussiert beschäftigt, ist bisher noch deutlich eingeschränkt.

In Kapitel VI ist ausführlich dargestellt, dass insbesondere in den gesellschaftlich und wissenschaftlich diskutierten Szenarien zu möglichen Zukünften des automatisierten Fahrens zumeist die neue Technologie und die Anforderungen des Mobilitätssystems ebenso nahtlos ineinandergreifen wie von den beteiligten Akteuren das zielgerechte Anwenden des Neuen erwartet wird. Diese Beobachtung verweist darauf, zu welchen Leerstellen die bisherige wissenschaftliche Unterbelichtung von weitergehenden Wechselwirkungen und Institutionalisierungsprozessen beiträgt. Erst jüngste Untersuchungen beginnen die möglichen Widersprüchlichkeiten fokussiert aufzugreifen (z. B. Acheampong et al., 2023). Dies fällt umso mehr ins Gewicht, als dass im Gegensatz dazu großer Aufwand betrieben wird, die zugrundeliegenden Technologien weiterzuentwickeln, ökonomische und rechtliche Fragen zu bearbeiten und die erwartete Nutzerakzeptanz zu untersuchen – was jedoch für ein umfassendes Verständnis der gesellschaftlichen Akzeptanz der Technologie in ihrer komplexen Wirkung auf das Mobilitätssystem nicht ausreichend ist.

Es lässt sich hierbei die These vertreten, dass die relevanten Fragestellungen hier auch explizit andere oder zumindest zusätzliche sind im Vergleich zu anderen Wirtschaftsbereichen, in denen es ebenfalls um „Incumbents“ und deren etablierte Abläufe und Geschäftsmodelle geht. Darauf verweisen die vorgelegten Ergebnisse, die ja explizit auch auf Seite der betrachteten professionellen Akteure eine parallel zu den unter den Vorzeichen einer nachhaltigen Mobilität sich verändernden politischen Zielbildern eine grundsätzliche Offenheit gegenüber neuen Technologien dokumentieren – während sich jedoch das Repertoire an zur Verfügung stehenden Instrumenten zum Umgang mit denselben nicht in vergleichbarer Geschwindigkeit wandelt. Es geht hier also um eine

spezifische Art der Ungleichzeitigkeit, kaum dagegen etwa um ein explizites Verteidigen des Status Quo. Anders als bei üblichen Produktinnovationen und den mit ihnen verbundenen Diffusionsprozessen haben daher für die hier untersuchten Fragestellungen das Handeln und die Rahmenbedingungen professioneller Akteure sowie Institutionalisierungsprozesse insgesamt größeres Gewicht und verdienen stärkere wissenschaftliche Aufmerksamkeit.

Unter dem Stichwort der professionellen Praktiken haben die hier vorgelegten Arbeiten dazu bereits eine begriffliche Anleihe bei der Social Practice Theory genommen, die hierzu konzeptionell weiter ausgearbeitet werden könnte – beispielsweise entlang von Watsons Vorschlag, über eher nutzerorientierte Perspektiven hinaus „multiple co-dependent practices“ (Temenos et al., 2017) als System zu betrachten, zu denen dann beispielsweise auch solche der Verkehrsplanung oder der Technikentwicklung gehören. Weitere mögliche Anknüpfungspunkte liegen in verwaltungswissenschaftlichen Perspektiven mit ihrer besonderen Aufmerksamkeit unter anderem für Verfahrens- und Zuständigkeitsfragen. Bei einem stärkeren Fokus auf die individuelle Ebene einzelner Planer etc. kommen außerdem Arbeiten zum Wandel der Arbeitswelt in Betracht, wengleich als Treiber hier nicht der Wandel der eigentlichen Arbeitsumgebung im Vordergrund steht, sondern der normativ orientierte Wandel der Zielsetzungen und Planungsparadigmen für die jeweilige Arbeit.

Machtfragen hingegen erscheinen aus politikwissenschaftlicher Perspektive zumindest bei einem Fokus auf professionelle Akteure auf der lokalen und regionalen Ebene zunächst von untergeordneter Rolle. Erweitert man die Perspektive jedoch auf übergeordnete Strukturen und beispielsweise grundsätzliche regulatorische Rahmensetzungen, mögen Machtfragen durchaus an Relevanz gewinnen als ein Faktor, der zu Stabilität oder zu Veränderungen aus der Perspektive abweichender Zielsysteme beiträgt. Dazu kann beispielsweise auch die Frage gehören, welche denkbaren oder konkret geforderten Politikinstrumente überhaupt zur Verfügung gestellt werden (vgl. z. B. die Debatte um eine Regelgeschwindigkeit von 30 km/h innerorts, vgl. Heinrichs et al., 2023) oder auf welche Weise gültige Regelwerke weiterentwickelt werden (Schwedes, 2022). Dabei treten teilweise Anforderungen aus und Wechselwirkungen mit weiteren Politikfeldern hinzu, so dass vertiefte wissenschaftliche Analysen hier durchaus ebenfalls aussichtsreich erscheinen.

Weitere Beispiele für benachbarte Mobilitätsthemen, auf welche die hier skizzierten Forschungsperspektiven Anwendung finden könnten, lassen sich ohne Weiteres finden. So wurden Vorschlag und Einführung des inzwischen sogenannten Deutschlandtickets von Anfang an von Diskussionen über seine Finanzierung über den Einführungszeitraum hinaus und den parallelen Angebotsausbau im ÖV begleitet (vgl. Deutscher Bundestag, 2023). Diese verweisen unmittelbar auf die komplexen Abhängigkeiten und Abstimmungen im Hintergrund, in die jenseits der überlagerten Lösungen für das Deutschlandticket bisher gerade nicht eingegriffen wird, so dass die neue Tariflösung in ihrer bestehenden Form nur an der Oberfläche aus (Abo-)Kundensicht die beworbene fundamentale Vereinfachung bringt. Ein weiteres Beispiel dafür, wie bestehende Strukturen und Zuständigkeiten das Handeln eng rahmen, bietet die „ÖPNV-Strategie 2030“ des Landes-Baden-Württemberg (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg [VM], 2022): Schnittstellen zum Fernverkehr werden mit keinem Wort erwähnt, obwohl sie in der alltäglichen Mobilität der Menschen durchaus von konkreter Bedeutung sind; Themen wie grenzüberschreitende Tarife – wichtig angesichts

mehrerer Ballungsräume entlang der Landesgrenzen – oder Schnittstellen zu Siedlungsentwicklung und Raumplanung finden nur als knappe Verweise Platz. Das zweite Beispiel ist besonders augenfällig angesichts der Tatsache, dass die Strategie grundsätzlich mit ihrem prominenten Verdopplungsziel der Fahrgastzahlen im ÖV als durchaus ambitioniert und vorbildlich gilt.

Darüber hinaus ist anzunehmen, dass sich auch in weiteren gesellschaftlichen Teilsystemen und den mit ihnen verbundenen Politikfeldern Fragestellungen identifizieren lassen, zu denen eine stärkere Befassung mit professionellen Akteuren und ihren Handlungsroutinen wertvolle Erkenntnisse liefern könnten. Dazu gehören insbesondere jene Themenfelder, in denen ebenfalls normativ geprägte Zielsetzungen mit technologischen und ökonomischen Entwicklungen zusammentreffen, so etwa im Energiebereich, bei der Digitalisierung oder auch im Gesundheits- und Bildungswesen.

Eine grundsätzliche methodische Herausforderung bleibt rund um diese konzeptionellen Zugänge und die inhaltlichen Fragestellungen bestehen: Was wird unter den Vorzeichen vielzähliger Bausteine bereits laufender Transformationsprozesse (mit womöglich sehr unterschiedlichen Sichtweisen beteiligter Akteure) für die Abgrenzung des Forschungsgegenstands überhaupt als Veränderungseinfluss betrachtet, was davon ist tatsächlich relevant und wo genau wird die Wirkung untersucht? Wie lassen sich diese Fragen untersuchen und die Ergebnisse ggf. quantifizieren, auch um perspektivisch über die Analyse von Fallbeispielen hinaus zu gelangen? Die inhärenten Unsicherheiten im Zuge von Transformationsprozessen sind hier nicht nur für die Praxisakteure, sondern auch im Prozess des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns nicht ohne Weiteres aufzulösen. An den hier betrachteten Mobilitätsthemen wird diese Herausforderung unter anderem sichtbar entlang der inhaltlichen Entwicklungen, welche die beiden Themen urbane Seilbahnen und automatisiertes Fahren im ÖV während der Bearbeitung der vorgelegten Arbeiten selbst genommen haben (vgl. z. B. Bundesministerium für Digitales und Verkehr [BMDV], 2022a, 2022b). Trotz der damit einhergehenden methodischen Herausforderungen unterstreicht dies zugleich die Relevanz und Aktualität der Themen.

Zusätzlich wertvoll könnten deswegen unter anderem vertiefte Ansätze aus der Akzeptanzforschung sein, um auch dort professionelle Akteure gezielt in den Blick zu nehmen und das Spannungsfeld zwischen Nachhaltigkeitsorientierung und den zu deren Umsetzung zur Verfügung stehenden und neu zu entwickelnden Instrumenten zu adressieren. Daneben können an dieser Stelle die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Potentiale für weiter gefasste Reallaborforschung, die explizit auch regulatorisches Lernen in den Blick nehmen, nur noch einmal betont werden. Wo womöglich die die Entscheidungsgrundlagen für ‚directional decision-making‘ und normativ geleitete, aktive Institutionalisierung noch unvollständig sind, verspricht dieser Ansatz wertvolle Beiträge. Als transdisziplinärer Ansatz bietet das gemeinsame Schärfen von Fragestellungen und die gemeinsame Suche nach Antworten und Lösungsvorschlägen die Aussicht auf neue innerwissenschaftliche Erkenntnisse ebenso wie auf konkretes Transformationswissen, das für eine nachhaltigkeitsorientierte Mobilitätswende benötigt wird.

## Literaturverzeichnis

- Acheampong, R. A., Legacy, C., Kingston, R. & Stone, J. (2023). Imagining urban mobility futures in the era of autonomous vehicles—insights from participatory visioning and multi-criteria appraisal in the UK and Australia. *Transport Policy*, 136, 193–208. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.03.020>
- Bauknecht, D., Heyen, D. A., Gailhofer, P., Bizer, K., Feser, D., Führ, M., Winkler-Portmann, S., Bischoff, T. S. & Proeger, T. (2021). *How to design and evaluate a Regulatory Experiment? A Guide for Public Administrations*. [https://reragi.files.wordpress.com/2019/04/regulatory\\_experiments-guide\\_for\\_public\\_administrations.pdf](https://reragi.files.wordpress.com/2019/04/regulatory_experiments-guide_for_public_administrations.pdf)
- Bergmann, M., Schöpke, N. A., Marg, O., Stelzer, F., Lang, D. J., Bossert, M., Gantert, M., Häußler, E., Marquardt, E., Piontek, F. M., Potthast, T., Rhodius, R., Rudolph, M., Ruddat, M., Seebacher, A. & Sußmann, N. (2021). Transdisciplinary sustainability research in real-world labs: success factors and methods for change. *Sustainability Science*, 16(2), 541–564. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00886-8>
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). (2022a). *Erster Förderaufruf zur Förderrichtlinie „Autonomes und vernetztes Fahren in öffentlichen Verkehren“ gestartet: Pressemitteilung 073/2022*. <https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2022/073-wissing-autonomes-fahren.html>
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). (2022b). *Urbane Seilbahnen – klimafreundlich, preiswert, zuverlässig*. <https://bmdv.bund.de/DE/Themen/Mobilitaet/OEPNV/Urbane-Seilbahnen/urbane-seilbahnen.html>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). (2021, 1. September). *Neue Räume, um Innovationen zu erproben: Konzept für ein Reallabore-Gesetz*. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/konzept-fur-ein-reallabore-gesetz.html>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). (2022, 29. September). *Reallabore – Testräume für Innovation und Regulierung*. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/reallabore-testraeume-fuer-innovation-und-regulierung.html>
- Busch-Geertsema, A., Klinger, T. & Lanzendorf, M. (2015). Wo bleibt eigentlich die Mobilitätspolitik? Eine kritische Auseinandersetzung mit Defiziten und Chancen der deutschen Politik und Forschung zu Verkehr und Mobilität. *Informationen zur Raumentwicklung*(2), 135–148. <http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/IzR/2015/2/Inhalt/inhalt.html?nn=422250>
- Caniglia, G., Luederitz, C., Wirth, T. von, Fazey, I., Martín-López, B., Hondrila, K., König, A., Wehrden, H. von, Schöpke, N. A., Laubichler, M. D. & Lang, D. J. (2021). A pluralistic and integrated approach to action-oriented knowledge for sustainability. *Nature Sustainability*, 4(2), 93–100. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00616-z>
- Deutscher Bundestag. (2023). *Bundestag macht Weg frei für das Deutschlandticket*. <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2023/kw11-de-regionalisierungsgesetz-936488>
- Feser, D., Winkler-Portmann, S., Bischoff, T. S., Bauknecht, D., Bizer, K., Führ, M., Heyen, D. A., Proeger, T., Leyen, K. von der & Vogel, M. (2021). *Institutional conditions for the up-take of governance experiments: A comparative case study* (ifh Working Paper Nr. 28). Göttingen. [https://reragi.files.wordpress.com/2021/03/ifh\\_wp-28\\_2021-6.pdf](https://reragi.files.wordpress.com/2021/03/ifh_wp-28_2021-6.pdf)
- Heinrichs, E., Klein, T., Blohm, J. & Eggers, S. (2023). *Umweltwirkungen einer innerörtlichen Regelgeschwindigkeit von 30 km/h* (Texte 50/2023). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltwirkungen-einer-innereortlichen>
- Kronsell, A. & Mukhtar-Landgren, D. (2018). Experimental governance: the role of municipalities in urban living labs. *European Planning Studies*, 26(5), 988–1007. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1435631>
- Lam, D. P. M., Martín-López, B., Wiek, A., Bennett, E. M., Frantzeskaki, N., Horcea-Milcu, A. I. & Lang, D. J. (2020). Scaling the impact of sustainability initiatives: a typology of amplification processes. *Urban Transformations*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s42854-020-00007-9>

- Luederitz, C., Schöpke, N., Wiek, A., Lang, D. J., Bergmann, M., Bos, J. J., Burch, S., Davies, A., Evans, J., König, A., Farrelly, M. A., Forrest, N., Frantzeskaki, N., Gibson, R. B., Kay, B., Loorbach, D., McCormick, K., Parodi, O., Rauschmayer, F., . . . Westley, F. R. (2017). Learning through evaluation – A tentative evaluative scheme for sustainability transition experiments. *Journal of Cleaner Production*, 169, 61–76. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.005>
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (VM). (2022). *ÖPNV-Strategie 2030: Gemeinsam die Fahrgastzahlen im ÖPNV verdoppeln*. <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/mobilitaet-verkehr/bus-und-bahn/oepnv-strategie-2030>
- Parodi, O., Bögel, P., Beecroft, R., Seebacher, A., Wagner, F. & Hahn, J. (2022). Reflexive Sustainable Technology Labs: Combining Real-World Labs, Technology Assessment, and Responsible Research and Innovation. *Sustainability*, 14(22), 15094. <https://doi.org/10.3390/su142215094>
- Parodi, O., Waitz, C., Bachinger, M., Kuhn, R., Meyer-Soylu, S., Alcántara, S. & Rhodius, R. (2018). Insights into and Recommendations from Three Real-World Laboratories: An Experience-Based Comparison. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 27(1), 52–59. <https://doi.org/10.14512/gaia.27.S1.12>
- Puhe, M. & Reichenbach, M. (2014). In der Nische gefangen? Seilbahnen als Ergänzung des urbanen öffentlichen Verkehrs. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 23(1), 30–38. <https://doi.org/10.14512/tatup.23.1.30>
- Raven, R., Sengers, F., Spaeth, P., Xie, L., Cheshmehzangi, A. & Jong, M. de (2019). Urban experimentation and institutional arrangements. *European Planning Studies*, 27(2), 258–281. <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1393047>
- Reichenbach, M. (2021). *Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr: Diskussionspapier* (KIT Scientific Working Papers Nr. 164). <https://doi.org/10.5445/IR/1000132693>
- Reichenbach, M. & Fleischer, T. (2023). From ambition to implementation: institutionalisation as a key challenge for a sustainable mobility transition in Germany. *Energy, Sustainability and Society*, 13(14). <https://doi.org/10.1186/s13705-023-00392-6>
- Reichenbach, M. & Puhe, M. (2018). Flying high in urban ropeways? A socio-technical analysis of drivers and obstacles for urban ropeway systems in Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61(B), 339–355. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.019>
- Reichenbach, M. & Puhe, M. (2022). Struggling with inertia: Regime barriers opposing planning and implementation of urban ropeways. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100023>
- Schwedes, O. (2022). Verkehrswissenschaft zwischen Demokratie und Expertokratie. Das Beispiel der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. *spw*(248), 57–64. [https://www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002265/Mitarbeiter/Veroeffentlichungen/Schwedes/spw\\_FGSV\\_schwedes.pdf](https://www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002265/Mitarbeiter/Veroeffentlichungen/Schwedes/spw_FGSV_schwedes.pdf)
- Temenos, C., Nikolaeva, A., Schwanen, T., Cresswell, T., Sengers, F., Watson, M. & Sheller, M. (2017). Theorizing Mobility Transitions: An Interdisciplinary Conversation. *Transfers*, 7(1). <https://doi.org/10.3167/TRANS.2017.070109>
- VanHoose, K., Gante, A. R. de, Bertolini, L., Kinigadner, J. & Büttner, B. (2022). From temporary arrangements to permanent change: Assessing the transitional capacity of city street experiments. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100015. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100015>
- Wirth, T. von, Fünfschilling, L., Frantzeskaki, N. & Coenen, L. (2019). Impacts of urban living labs on sustainability transitions: mechanisms and strategies for systemic change through experimentation. *European Planning Studies*, 27(2), 229–257. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1504895>



# Gesamtliteraturverzeichnis

- Abb, T., Baier, J., Engelhart, I., Faget, H., Fleischer, T., Kistner, K., Krams, B., Kreinberger, M., Mansel, A., Groß, N., Sander-Zuck, K., Schmaus, M., Schmidt, M., Schreib, P. & Taminé, O. (2020). *Empfehlungen aus der Ideenschmiede Mobilität im ländlichen Raum 2020*. [https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/Anlage\\_zu\\_PM\\_Empfehlungen\\_der\\_Ideenschmiede\\_Mobilit%C3%A4t\\_im\\_L%C3%A4ndlichen\\_Raum\\_2020.pdf](https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/Anlage_zu_PM_Empfehlungen_der_Ideenschmiede_Mobilit%C3%A4t_im_L%C3%A4ndlichen_Raum_2020.pdf)
- Acheampong, R. A., Legacy, C., Kingston, R. & Stone, J. (2023). Imagining urban mobility futures in the era of autonomous vehicles—insights from participatory visioning and multi-criteria appraisal in the UK and Australia. *Transport Policy*, 136, 193–208. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.03.020>
- Alonso Raposo, M., Ciuffo, B., Alves Dias, P., Ardente, F., Aurambout, J. P., Baldini, G., Baranzelli, C., Blagoeva, D., Bobba, S., Braun, R., Cassio, L. G., Chawdhry, P., Christidis, P., Christodoulou, A., Corrado, S., Duboz, A., Duch Brown, N., Felici, S., Fernandez Macias, E., . . . Vandecasteele, I. (2019). *The future of road transport: implications of automated, connected, low carbon and shared mobility*. European Commission – Joint Research Centre. <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/future-road-transport> <https://doi.org/10.2760/668964>
- Alshalalfah, B., Shalaby, A. & Dale, S. (2014). Experiences with Aerial Ropeway Transportation Systems in the Urban Environment. *Journal of Urban Planning and Development*, 140(1), 4013001. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000158](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000158)
- Alshalalfah, B., Shalaby, A., Dale, S. & Othman, F. M. Y. (2012). Aerial Ropeway Transportation Systems in the Urban Environment: State of the Art. *Journal of Transportation Engineering*, 138(3), 253–262. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000330](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000330)
- Alstom. (2020, 27. Mai). *Weltneuheit: Automatischer Zugbetrieb für Regionalverkehrszüge soll in Deutschland getestet werden* [Pressemitteilung]. <https://www.alstom.com/de/press-releases-news/2020/5/weltneuheit-automatischer-zugbetrieb-fuer-regionalverkehrszuege-soll>
- Alvesson, M. & Sköldbberg, K. (2018). *Reflexive methodology: New vistas for qualitative research* (Third edition). SAGE.
- Anderson, J. M., Kalra, N., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C. & Oluwatola, O. A. (2014). *Autonomous vehicle technology: A guide for policymakers*. Santa Monica CA. Rand Corporation; Rand Transportation, Space, and Technology (Program). [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR443-2.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html)
- Audouin, M. & Finger, M. (2018). The development of Mobility-as-a-Service in the Helsinki metropolitan area: A multi-level governance analysis. *Research in Transportation Business & Management*, 27, 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.09.001>
- Avelino, F. & Wittmayer, J. M. (2016). Shifting Power Relations in Sustainability Transitions: A Multi-actor Perspective. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 18(5), 628–649. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2015.1112259>
- Axsen, J. & Sovacool, B. K. (2019). The roles of users in electric, shared and automated mobility transitions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 71, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.02.012>
- Baekgaard, M., Blom-Hansen, J. & Serritzlew, S. (2015). When Politics Matters: The Impact of Politicians' and Bureaucrats' Preferences on Salient and Nonsalient Policy Areas. *Governance*, 28(4), 459–474. <https://doi.org/10.1111/gove.12104>
- Bakker, S. (2014). Actor rationales in sustainability transitions – Interests and expectations regarding electric vehicle recharging. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 13, 60–74. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.08.002>
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>

- Bauer, U., Bracher, T. & Gies, J. (2020). *Ein anderer Stadtverkehr ist möglich*. Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu). <https://difu.de/publikationen/2020/ein-anderer-stadtverkehr-ist-moeglich>
- Bauernschuster, S. & Traxler, C. (2021). Tempolimit 130 auf Autobahnen: Eine evidenzbasierte Diskussion der Auswirkungen. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 22(2), 86–102. <https://doi.org/10.1515/pwp-2021-0023>
- Bauknecht, D., Heyen, D. A., Gailhofer, P., Bizer, K., Feser, D., Führ, M., Winkler-Portmann, S., Bischoff, T. S. & Proeger, T. (2021). *How to design and evaluate a Regulatory Experiment? A Guide for Public Administrations*. [https://reragi.files.wordpress.com/2019/04/regulatory\\_experiments-guide\\_for\\_public\\_administrations.pdf](https://reragi.files.wordpress.com/2019/04/regulatory_experiments-guide_for_public_administrations.pdf)
- Becker, U. J. & Schwedes, O. (2020). *Zur Reformbedürftigkeit der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Plädoyer für ein repräsentatives Verfahren bei der Festlegung von Richtlinien im Straßenverkehr* (IVP-Discussion Paper 2020 (3)). Berlin. TU Berlin, Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung. [https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion\\_Paper/DP16\\_BeckerSchwedes.pdf](https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP16_BeckerSchwedes.pdf)
- Beckmann, S. & Zadek, H. (2021). Acceptance of automated shuttle buses from the perspective of transport experts. In *Experience future mobility now* (S. 838–854). Intelligent Transportation Society of America.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S. & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, 37(3), 407–429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>
- Bergerhoff, J. & Perschon, J. (2012). *Urban ropeway as part of sustainable urban transport networks in developing countries. Conference CODATU XV. The role of urban mobility in (re)shaping cities. 22 to 25 October 2012 - Addis Adaba (Ethiopia)*. <http://www.codatu.org/wp-content/uploads/J.-Bergerhoff-J.-Perschon-ARTICLE-Codatu-XV-2012-EN.pdf>
- Bergmann, M., Schöpke, N. A., Marg, O., Stelzer, F., Lang, D. J., Bossert, M., Gantert, M., Häußler, E., Marquardt, E., Piontek, F. M., Potthast, T., Rhodius, R., Rudolph, M., Ruddat, M., Seebacher, A. & Sußmann, N. (2021). Transdisciplinary sustainability research in real-world labs: success factors and methods for change. *Sustainability Science*, 16(2), 541–564. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00886-8>
- Berndt, F. & Blümel, H. (2003). *ÖPNV quo vadis? Aufforderung zu verkehrspolitischen Weichenstellungen im ÖPNV. WZB Discussion Papers SP III 2003-106*. <http://www.econstor.eu/handle/10419/47953>
- Bertolini, L. (2020). From “streets for traffic” to “streets for people”: can street experiments transform urban mobility? *Transport Reviews*, 40(6), 734–753. <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1761907>
- Bierstedt, J., Gooze, A., Gray, C., Petermann, J., Raykin, L. & Walters, J. (2014). *Effects of next-generation vehicles on travel demand and highway capacity*. FP THINK Working Group. [http://orfe.princeton.edu/~alaink/Papers/FP\\_NextGenVehicleWhitePaper012414.pdf](http://orfe.princeton.edu/~alaink/Papers/FP_NextGenVehicleWhitePaper012414.pdf)
- Blanck, R., Hacker, F., Heyen, D. A., Zimmer, W., Deffner, J., Götz, K., Sunderer, G., Stieler, S., Cacilo, A. & Ernst, T. (2017). *Mobiles Baden-Württemberg – Wege der Transformation zu einer nachhaltigen Mobilität: Abschlussbericht der Studie* (Schriftenreihe der Baden-Württemberg Stiftung Bildung Nr. 87). Stuttgart. <https://www.bwstiftung.de/bildung/programme/bildung-fuer-nachhaltige-entwicklung-buergerbildung/studie-mobiles-baden-wuerttemberg/>
- Bocarejo, J. P., Portilla, I. J., Velásquez, J. M., Cruz, M. N., Peña, A. & Oviedo, D. R. (2014). An innovative transit system and its impact on low income users: The case of the Metrocable in Medellín. *Journal of Transport Geography*, 39, 49–61. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.06.018>
- Bongardt, D., Stiller, L., Swart, A. & Wagner, A. (2019). *Sustainable Urban Transport: Avoid-Shift-Improve (A-S-I)*. Eschborn. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). <https://www.sutp.org/download/7010/>
- Brand, C., Anable, J., Ketsopoulou, I. & Watson, J. (2020). Road to zero or road to nowhere? Disrupting transport and energy in a zero carbon world. *Energy Policy*, 139, 111334. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111334>

- Bratzel, S. (1999). *Umweltorientierter Verkehrspolitikwandel in Städten. Eine vergleichende Analyse der Innovationsbedingungen von „relativen Erfolgsfällen“* (Veröffentlichung der Abteilung „Organisation und Technikgenese“ des Forschungsschwerpunktes Technik-Arbeit-Umwelt am WZB FS II 99-103). Berlin. <https://bibliothek.wzb.eu/pdf/1999/ii99-103.pdf>
- Bratzel, S. (2000). Innovationsbedingungen umweltorientierter Verkehrspolitik. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht*, 23(1), 49–79.
- Brost, M., Gebhardt, L., Karnahl, K., Deißer, O., Steiner, T., Ademeit, A.-M., Brandies, A., Sippel, T., Velimsky, J., Müller, A., Beyer, S. & Ulmer, F. (2019). *Reallabor Schorndorf: Entwicklung und Erprobung eines bedarfsgerechten Bussystems*. Stuttgart. [https://www.reallabor-schorndorf.de/wp-content/uploads/2016/08/2019\\_Projektbericht-Reallabor-Schorndorf.pdf](https://www.reallabor-schorndorf.de/wp-content/uploads/2016/08/2019_Projektbericht-Reallabor-Schorndorf.pdf)
- Brown, R. R., Farrelly, M. A. & Loorbach, D. A. (2013). Actors working the institutions in sustainability transitions: The case of Melbourne’s stormwater management. *Global Environmental Change*, 23(4), 701–718. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.02.013>
- Buchwald, H. (16. Februar 2017). Schwebebahn statt Straßenbahn? Grünes Positionspapier zum Masterplan Neuenheimer Feld. *Rhein-Neckar-Zeitung*. [https://www.rnz.de/nachrichten/heidelberg\\_artikel,-Heidelberg-Schwebebahn-statt-Strassenbahn-Gruenes-Positionspapier-zum-Masterplan-Neuenheimer-Feld-\\_arid,255444.html](https://www.rnz.de/nachrichten/heidelberg_artikel,-Heidelberg-Schwebebahn-statt-Strassenbahn-Gruenes-Positionspapier-zum-Masterplan-Neuenheimer-Feld-_arid,255444.html)
- BUGA-Projektbüro. (2007). *Planerische Ansätze und Kostenkonzeption der Gesamtmaßnahme BUGA 2011* (Beschlussvorlage BV/0424/2007). Koblenz. [http://www.koblenz.de/verwaltung\\_politik/buergerinfo/vo0050.php?\\_kvonr=5276&voselect=802](http://www.koblenz.de/verwaltung_politik/buergerinfo/vo0050.php?_kvonr=5276&voselect=802)
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) & Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). (2019). *Aktionsplan Forschung für autonomes Fahren: Ein übergreifender Forschungsrahmen von BMBF, BMWi und BMVI*. [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub/Aktionsplan\\_Forschung\\_fuer\\_autonomes\\_Fahren.pdf](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Aktionsplan_Forschung_fuer_autonomes_Fahren.pdf)
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). (2022a). *Erster Förderaufruf zur Förderrichtlinie „Autonomes und vernetztes Fahren in öffentlichen Verkehrsmitteln“ gestartet: Pressemitteilung 073/2022*. <https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2022/073-wissing-autonomes-fahren.html>
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). (2022b). *Urbane Seilbahnen – klimafreundlich, preiswert, zuverlässig*. <https://bmdv.bund.de/DE/Themen/Mobilitaet/OEPNV/Urbane-Seilbahnen/urbane-seilbahnen.html>
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). (2015). *Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren: Leitanbieter bleiben, Leitmarkt werden, Regelbetrieb einleiten*. [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/broschuere-strategie-automatisiertes-ernetztes-fahren.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/broschuere-strategie-automatisiertes-ernetztes-fahren.pdf?__blob=publicationFile)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). (2019). *Freiräume für Innovationen: Das Handbuch für Reallabore*. [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/handbuch-fuer-reallabore.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/handbuch-fuer-reallabore.pdf?__blob=publicationFile)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). (2021, 1. September). *Neue Räume, um Innovationen zu erproben: Konzept für ein Reallabore-Gesetz*. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/konzept-fur-ein-reallabore-gesetz.html>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). (2022, 29. September). *Reallabore – Testräume für Innovation und Regulierung*. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/reallabore-testraeume-fuer-innovation-und-regulierung.html>
- Bündnis 90/Die Grünen Baden-Württemberg & CDU Baden-Württemberg. (2021). *Jetzt für morgen - Der Erneuerungsvertrag für Baden-Württemberg: Koalitionsvertrag 2021-2026*. <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/regierung/koalitionsvertrag-fuer-baden-wuerttemberg/>

- Busch-Geertsema, A., Klinger, T. & Lanzendorf, M. (2015). Wo bleibt eigentlich die Mobilitätspolitik? Eine kritische Auseinandersetzung mit Defiziten und Chancen der deutschen Politik und Forschung zu Verkehr und Mobilität. *Informationen zur Raumentwicklung*(2), 135–148. <http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/lzR/2015/2/Inhalt/inhalt.html?nn=422250>
- BVerfG. (2021, 24. März). *BVerfG, Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021 - 1 BvR 2656/18, 1 BvR 96/20, 1 BvR 78/20, 1 BvR 288/20 - Klimaschutz - Rn. 1 - 270*. BVerfG. [https://www.bverfg.de/e/rs20210324\\_1bvr265618.html](https://www.bverfg.de/e/rs20210324_1bvr265618.html)
- Caniglia, G., Luederitz, C., Wirth, T. von, Fazey, I., Martín-López, B., Hondrila, K., König, A., Wehrden, H. von, Schöpke, N. A., Laubichler, M. D. & Lang, D. J. (2021). A pluralistic and integrated approach to action-oriented knowledge for sustainability. *Nature Sustainability*, 4(2), 93–100. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00616-z>
- Canzler, W. & Knie, A. (2018). *Die Zukunft urbaner Mobilität – Ansätze für eine ökologische Verkehrswende im digitalen Zeitalter* (böll.brief Grüne Ordnungspolitik Nr. 6). Berlin. Heinrich Böll Stiftung. <https://www.boell.de/de/2018/04/16/die-zukunft-urbaner-mobilitaet-boellbrief-gruene-ordnungspolitik-6>
- Canzler, W. & Wittowsky, D. (2016). The impact of Germany’s Energiewende on the transport sector – Unsolved problems and conflicts. *Utilities Policy*, 41, 246–251. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.02.011>
- Chase, R. (3. April 2014). Will a World of Driverless Cars Be Heaven or Hell? *The Atlantic Citylab*. <http://www.citylab.com/commute/2014/04/will-world-driverless-cars-be-heaven-or-hell/8784/>
- Chikviladze, I., Kapanadze, Z., Vashadze, L. & Bregadze, D. *Kyiv Initiative Regional Programme. Pilot Project on the Rehabilitation of Cultural Heritage in Historic Towns. Preliminary Technical File. Chiatura, Georgia*. [http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/cooperation/kyiv/PTF/PTF\\_Chiatura\\_Georgia.pdf](http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/cooperation/kyiv/PTF/PTF_Chiatura_Georgia.pdf)
- Clément-Werny, C. & Schneider, Y. (2012). *Transport par câble aérien en milieu urbain* (Collection Références Nr. 125). Lyon. CERTU. <http://www.certu-catalogue.fr/transport-par-cable-aerien-en-milieu-urbain.html>
- Colebatch, H. K., Hoppe, R. & Noordegraaf, M. (Hrsg.). (2010). *Working for Policy*. Amsterdam University Press. <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10443021> <https://doi.org/10.5117/9789089642530>
- Collingridge, D. (1980). *The social control of technology*. Pinter.
- Cowie, S. (30. April 2013). Rio tackles favela’s transportation problems. *Deutsche Welle*. <http://www.dw.de/rio-tackles-favelas-transportation-problems/a-16772618>
- Creger, H., Espino, J. & Sanchez, A. S. (2019). *Autonomous vehicle heaven or hell? Creating a transportation revolution that benefits all*. Greenlining Institute. [https://greenlining.org/wp-content/uploads/2019/01/R4\\_AutonomousVehiclesReportSingle\\_2019\\_2.pdf](https://greenlining.org/wp-content/uploads/2019/01/R4_AutonomousVehiclesReportSingle_2019_2.pdf)
- Creissels, D. (2011, 3. August). *Insertion d’un téléphérique en ville. Congrès OITAF 2011*. <http://www.oitaf.org/Kongress%202011/Referate/Creissels.pdf>
- Crist, P. & Voegelé, T. (2018). *Safer roads with automated vehicles?* <https://www.itf-oecd.org/safer-roads-automated-vehicles>
- Dangschat, J. S. & Stickler, A. (2020). Kritische Perspektiven auf eine automatisierte und vernetzte Mobilität. In C. Hannemann, F. Othengrafen, J. Pohlan, B. Schmidt-Lauber, R. Wehrhahn & S. Güntner (Hrsg.), *Jahrbuch StadtRegion 2019/2020* (S. 53–74). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-30750-9\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-30750-9_3)
- DB International GmbH. (2009). *Fortschreibung Studie Petrisberg (Trier): Sachstand moderne Antriebstechnik Bussysteme und Aktualisierung der Standardisierten Bewertung für die Einführung eines innovativen Bussystems*. <https://info.trier.de/bi/vo020.asp?VOLFDNR=5305>
- Deutsche Bahn. (2020). *Das Konzept „Digitales Testfeld“*. <https://www1.deutschebahn.com/testfeld/contentseite-a1-3223920>

- Deutscher Bundestag. (1994). *Mobilität und Klima – Wege zu einer klimaverträglichen Verkehrspolitik: Zweiter Bericht der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“* (Drucksache 12/8300). <https://dserver.bundestag.de/btd/12/083/1208300.pdf>
- Deutscher Bundestag. (2023). *Bundestag macht Weg frei für das Deutschlandticket*. <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2023/kw11-de-regionalisierungsgesetz-936488>
- Di Fabio, U., Broy, M., Jungo Brüngger, R., Eichhorn, U., Grunwald, A., Heckmann, D., Hilgendorf, E., Kagermann, H., Losinger, A., Lutz-Bachmann, M., Lütge, C., Markl, A., Müller, K. & Nehm, K. (2017). *Bericht der Ethik-Kommission Automatisiertes und vernetztes Fahren*. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2017/084-dobrindt-bericht-der-ethik-kommission.html>
- Di Pasquale, G., Santos, A. S. d., Leal, A. G. & Tozzi, M. (2016). Innovative Public Transport in Europe, Asia and Latin America: A Survey of Recent Implementations. *Transportation Research Procedia*, 14, 3284–3293. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.276>
- Docherty, I., Marsden, G. & Anable, J. (2018). The governance of smart mobility. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 115, 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.09.012>
- Doppelmayr (2015). Größtes urbanes Seilbahnnetz komplett. *Internationale Seilbahn-Rundschau*(1), 18.
- Dörr, H., Marsch, V. & Romstorfer, A. (2017). Automatisiertes Fahren im Mobilitätssystem: Ein Spannungsbogen zwischen Ethik, Mobilitätsausübung, technischem Fortschritt und Markterwartungen. *Internationales Verkehrswesen*, 69(4), 40–44.
- Dziekani, K. & Zistel, M. (2018). Öffentlicher Verkehr. In O. Schwedes (Hrsg.), *Verkehrspolitik: Eine interdisziplinäre Einführung* (S. 347–372). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Eisenkopf, A., Fricke, H., Gerike, R., Friedrich, M., Haasis, H.-D., Knieps, G., Knorr, A., Mitusch, K., Oeter, S., Radermacher, F.-J., Sieg, G., Siegmann, J., Schlag, B., Stölzle, W., Vallée, D., Vortisch, P. & Winner, H. (2017, 18. Oktober). *Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr - Herausforderungen für die zukünftige Verkehrspolitik: Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur*. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/wissenschaftlicher-beirat-gutachten-2017-1.html>
- ERTRAC (Hrsg.). (2015). *Automated Driving Roadmap: ERTRAC Task Force "Connectivity and Automated Driving"*. [http://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id38/ERTRAC\\_Automated-Driving-2015.pdf](http://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id38/ERTRAC_Automated-Driving-2015.pdf)
- EU and EFTA Ministers of Transport. (2020, 29. Oktober). *Smart Deal for Mobility: Shaping the mobility of the future with digitalisation – sustainable, safe, secure and efficient: Passau declaration on the occasion of the virtual Informal Meeting of EU and EFTA Ministers of Transport under the auspices of the German EU Council Presidency*. Passau. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/EU-Ratspraesidentschaft/verkehrsministertreffen-digitalisierung-der-mobilitaet-29-30-09-2020.html>
- European Commission. (2020, 9. Dezember). *Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions* (COM(2020) 789 final). Brussels. <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/legislation/com20200789.pdf>
- Fagnan, D. J. & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 167–181. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.003>
- Fazlic, N. (2019). *Deutsche Regelwerke und die Verkehrswende: Teil der Lösung oder Teil des Problems? Die Grundlagen der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen im Vergleich mit der Radverkehrsgestaltung in Norwegen* (IVP-Discussion Paper 2019 (1)). Berlin. TU Berlin, Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung. [https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion\\_Paper/DP13\\_Deutsche\\_Regelwerke\\_und\\_die\\_Verkehrswende.pdf](https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP13_Deutsche_Regelwerke_und_die_Verkehrswende.pdf)

- Feser, D., Winkler-Portmann, S., Bischoff, T. S., Bauknecht, D., Bizer, K., Führ, M., Heyen, D. A., Proeger, T., Leyen, K. von der & Vogel, M. (2021). *Institutional conditions for the up-take of governance experiments: A comparative case study* (ifh Working Paper Nr. 28). Göttingen. [https://reragi.files.wordpress.com/2021/03/ifh\\_wp-28\\_2021-6.pdf](https://reragi.files.wordpress.com/2021/03/ifh_wp-28_2021-6.pdf)
- Fitz, R. (2011). *The success story of the ropeway in Coblenz. More than 4.6 million passengers transported in 6 months. Presentation at the OITAF Congress 2011 in Rio de Janeiro.* <http://www.oitaf.org/Kongress%202011/Referate/Doppelmayr%20Fitz.pdf>
- Fleischer, T., Puhe, M. & Schippl, J. (2022). Autonomes Fahren und soziale Akzeptanz: konzeptionelle Überlegungen und empirische Einsichten. *Journal für Mobilität und Verkehr*(12), 9–23. <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000143678>
- Fleischer, T. & Schippl, J. (2018). Automatisiertes Fahren. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 27(2), 11–15. <https://doi.org/10.14512/tatup.28.2.11>
- Fleischer, T., Schippl, J. & Givoni, M. (2018). Interview with Prof. Moshe Givoni. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 27(2), 68–71. <https://doi.org/10.14512/tatup.27.2.68>
- Fleischer, T., Schippl, J., Yamasaki, Y., Taniguchi, A., Nakao, S. & Tanaka, K. (2020). Social Acceptance of Automated Driving in Germany and Japan: Conceptual Issues and Empirical Insights. In SIP-adus (Vorsitz), *SIP-adus Workshop 2020: Innovation of Automated Driving for Universal Services*, online. <https://en.sip-adus.go.jp/evt/workshop2020/>
- Flick, U. (2005). *Qualitative Sozialforschung: Eine Einführung* (3 Aufl.). Rowohlt Taschenbuch.
- Foljanty, L. & Duong, T. C. (2016). Autonomes Fahren: Chancen, Herausforderungen und Handlungsfelder für öffentliche Akteure. *Internationales Verkehrswesen*, 68(2), 46–48.
- Folsom, T. C. (2012). Energy and Autonomous Urban Land Vehicles. *IEEE Technology and Society Magazine*, 31(2), 28–38. <https://doi.org/10.1109/MTS.2012.2196339>
- Fraedrich, E., Beiker, S. A. & Lenz, B. (2015). Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility. *European Journal of Futures Research*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s40309-015-0067-8>
- Fraedrich, E., Kröger, L., Bahamonde-Birke, F., Frenzel, I., Liedtke, G., Trommer, S., Lenz, B. & Heinrichs, D. (2017). *Automatisiertes Fahren im Personen- und Güterverkehr: Auswirkungen auf den Modal-Split, das Verkehrssystem und die Siedlungsstrukturen.* [https://www.e-mobilbw.de/files/e-mobil/content/DE/Publikationen/PDF/PDF\\_2017/Studie\\_AutomatisiertesFahren.pdf](https://www.e-mobilbw.de/files/e-mobil/content/DE/Publikationen/PDF/PDF_2017/Studie_AutomatisiertesFahren.pdf)
- Friedrich, B. (2015). Verkehrliche Wirkung autonomer Fahrzeuge. In M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz & H. Winner (Hrsg.), *Autonomes Fahren* (S. 331–350). Springer Berlin Heidelberg.
- Friedrich, M. & Hartl, M. (2016). *MEGAFON: Modellergebnisse geteilter autonomer Fahrzeugflotten des öffentlichen Nahverkehrs.* Stuttgart. Universität Stuttgart. <https://www.vdv.de/megafon-abschlussbericht-20161212.pdf>
- Fünfschilling, L. & Truffer, B. (2014). The structuration of socio-technical regimes—Conceptual foundations from institutional theory. *Research Policy*, 43(4), 772–791. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.010>
- Fünfschilling, L. & Truffer, B. (2016). The interplay of institutions, actors and technologies in socio-technical systems — An analysis of transformations in the Australian urban water sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 103, 298–312. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.11.023>
- Füsser, K. (2018). Mobilität als soziales System. *Internationales Verkehrswesen*, 70(1), 55–58.
- Gandner, C. (2007). *Seilbahn zur Festung. BUGA 2011 aktuell.* [http://www.koblenz.de/bilder/buga\\_aktuell1.pdf](http://www.koblenz.de/bilder/buga_aktuell1.pdf)
- Garud, R. & Ahlstrom, D. (1997). Technology assessment: A socio-cognitive perspective. *Journal of Engineering and Technology Management*, 14(1), 25–48. [https://doi.org/10.1016/S0923-4748\(97\)00005-2](https://doi.org/10.1016/S0923-4748(97)00005-2)
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8-9), 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)

- Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 24–40. <https://doi.org/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. *Journal of Transport Geography*, 24, 471–482. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>
- Geels, F. W. (2014a). Reconceptualising the co-evolution of firms-in-industries and their environments: Developing an inter-disciplinary Triple Embeddedness Framework. *Research Policy*, 43(2), 261–277. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.006>
- Geels, F. W. (2014b). Regime Resistance against Low-Carbon Transitions: Introducing Politics and Power into the Multi-Level Perspective. *Theory, Culture & Society*, 31(5), 21–40. <https://doi.org/10.1177/0263276414531627>
- Geels, F. W., Kemp, R., Dudley, G. & Lyons, G. (Hrsg.). (2012). *Routledge studies in sustainability transitions: Bd. 2. Automobility in transition? A socio-technical analysis of sustainable transport*. Routledge.
- Geels, F. W. & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3), 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Gegner, M. & Schwedes, O. (2014). Der Verkehr des Leviathan. Zur historischen Genese des städtischen Verkehrs im Rahmen der Daseinsvorsorge. In O. Schwedes (Hrsg.), *Öffentliche Mobilität. Perspektiven für eine nachhaltige Verkehrsentwicklung* (2. Aufl., S. 47–68). Springer Fachmedien. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-03302-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-658-03302-6_3)
- Georgi, O. (19. Juni 2013). Rhein-Seilbahn darf bis 2026 bleiben. *Frankfurter Allgemeine*. <http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/koblenz-rhein-seilbahn-darf-bis-2026-bleiben-12236451.html>
- Gertz, C., Flämig, H., Gaffron, P. & Polzin, G. (2018). Stadtverkehr. In O. Schwedes (Hrsg.), *Verkehrspolitik: Eine interdisziplinäre Einführung* (S. 293–322). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Gertz, C. & Gertz, E. (2012). *Vom Verkehrs- zum Mobilitätsverbund. Die Vernetzung von inter- und multimodalen Mobilitätsdienstleistungen als Chance für den ÖV. Hintergrundpapier zur Entwicklung von Mobilitätsverbänden*. Hamburg. <https://www.vdv.de/vdv-hintergrundpapier-mobilitaetsverbund.pdf?forced=true>
- Gies, J. & Langer, V. (2021). *Mit On-Demand-Angeboten ÖPNV-Bedarfsverkehre modernisieren* (Sonderveröffentlichung). Berlin. Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu). <https://repository.difu.de/jspui/handle/difu/579221>
- Glaser, M., te Brömmelstroet, M. & Bertolini, L. (2019). Learning to build strategic capacity for transportation policy change: An interdisciplinary exploration. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 1, 100006. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100006>
- Götz, K. (2011). Nachhaltige Mobilität. In M. Groß (Hrsg.), *Handbuch Umweltsoziologie* (S. 325–347). VS Verlag für Sozialwissenschaften. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-93097-8\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-531-93097-8_16)
- Goyal, N. & Howlett, M. (2018). Technology and Instrument Constituencies as Agents of Innovation: Sustainability Transitions and the Governance of Urban Transport. *Energies*, 11(5), 1198. <https://doi.org/10.3390/en11051198>
- Goyal, N. & Howlett, M. (2020). Who learns what in sustainability transitions? *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 311–321. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.09.002>
- Grunwald, A. (2004). Strategic knowledge for sustainable development: the need for reflexivity and learning at the interface between science and society. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 1(1/2), Artikel 4619, 150. <https://doi.org/10.1504/IJFIP.2004.004619>
- Grunwald, A. (2007). Working Towards Sustainable Development in the Face of Uncertainty and Incomplete Knowledge. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 9(3-4), 245–262. <https://doi.org/10.1080/15239080701622774>
- Guerra, E. (2016). Planning for Cars That Drive Themselves. *Journal of Planning Education and Research*, 36(2), 210–224. <https://doi.org/10.1177/0739456X15613591>

- Haefeli, U. (2008). *Verkehrspolitik und urbane Mobilität: Deutsche und Schweizer Städte im Vergleich 1950-1990. Beiträge zur Stadtgeschichte und Urbanisierungsforschung: Bd. 8.* Steiner.
- Hahn, T. & te Brömmelstroet, M. (2021). Collaboration, experimentation, continuous improvement: Exploring an iterative way of working in the Municipality of Amsterdam's Bicycle Program. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 9, 100289. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100289>
- Haider, T. & Klementsitz, R. (2017). *Wirkungspotentiale für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge im ländlichen Raum: Ergebnisbericht.* [https://www.sharedautomatedmobility.org/w/images/3/39/SharedAutonomy\\_Wirkungsanalyse.pdf](https://www.sharedautomatedmobility.org/w/images/3/39/SharedAutonomy_Wirkungsanalyse.pdf)
- Harman, R., Veeneman, W. & Harman, P. (2012). Innovation in Public Transport. In F. W. Geels, R. Kemp, G. Dudley & G. Lyons (Hrsg.), *Routledge studies in sustainability transitions: Bd. 2. Automobility in transition? A socio-technical analysis of sustainable transport* (S. 286–307). Routledge.
- Hars, A. (2014). Wie revolutionär sind selbstfahrende Fahrzeuge? — Eine Wirkungskettenanalyse. In H. Proff (Hrsg.), *Radikale Innovationen in der Mobilität: Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte* (S. 267–283). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-03102-2\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-658-03102-2_16)
- Hausknost, D. & Haas, W. (2019). The Politics of Selection: Towards a Transformative Model of Environmental Innovation. *Sustainability*, 11(2), 506. <https://doi.org/10.3390/su11020506>
- Heinrichs, D. (2015). Autonomes Fahren und Stadtstruktur. In M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz & H. Winner (Hrsg.), *Autonomes Fahren* (S. 219–239). Springer Berlin Heidelberg.
- Heinrichs, D. & Bernet, J. S. (2014). Public Transport and Accessibility in Informal Settlements: Aerial Cable Cars in Medellín, Colombia. *Transportation Research Procedia*, 4, 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.11.005>
- Heinrichs, E., Klein, T., Blohm, J. & Eggers, S. (2023). *Umweltwirkungen einer innerörtlichen Regelgeschwindigkeit von 30 km/h* (Texte 50/2023). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltwirkungen-einer-innereortlichen>
- Hekkert, M. P. & Negro, S. O. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(4), 584–594. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.04.013>
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S. & Smits, R. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), 413–432. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>
- Hempel, L. & Vedder, D. (2011). Subjektive Sicherheit im ÖPNV: Test und Evaluation ausgewählter Maßnahmen. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 20(1), 75–78. <https://doi.org/10.14512/tatup.20.1.75>
- Henderson, S. & Golden, M. (2015). *Self-driving Cars: Mapping Access to a Technology Revolution.* Washington. [https://www.ncd.gov/sites/default/files/NCD\\_AutomatedVehiclesReport\\_508-PDF.pdf](https://www.ncd.gov/sites/default/files/NCD_AutomatedVehiclesReport_508-PDF.pdf)
- Henzlik, M., Lange, M., Hölting, P., Lambrecht, M., Frey, K., Schmied, M., Dziekan, K. & Dross, M. (2023). *Klimaschutzinstrumente im Verkehr: Bausteine für einen klimagerechten Verkehr.* Umweltbundesamt. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/dokumente/2023-03\\_kliv\\_uebersicht\\_bausteine\\_klimavertraeglicher\\_verkehr.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/dokumente/2023-03_kliv_uebersicht_bausteine_klimavertraeglicher_verkehr.pdf)
- Hermann, A., Klinski, S., Heyen, D. A. & Kasten, P. (2019). *Rechtliche Hemmnisse und Innovationen für eine nachhaltige Mobilität - 1. Teilbericht* (Texte 94/2019). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rechtliche-hemmnisse-innovationen-fuer-eine>
- Hesse, M. & Lucas, R. (1991). *Verkehrswende: Ökologische und soziale Orientierungen für die Verkehrswirtschaft* (Schriftenreihe des IÖW 39/90). [https://www.ioew.de/uploads/tx\\_ukioewdb/IOEW\\_SR\\_039\\_Verkehrswende.pdf](https://www.ioew.de/uploads/tx_ukioewdb/IOEW_SR_039_Verkehrswende.pdf)
- Heymann, E. & Meister, J. (2017). *Das „digitale Auto“: Mehr Umsatz, mehr Konkurrenz, mehr Kooperation* (Deutschland-Monitor: Digitale Ökonomie und struktureller Wandel). Frankfurt am Main. [https://www.dbresearch.de/PROD/DBR\\_INTERNET\\_DE-PROD/PROD0000000000443712.pdf](https://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD0000000000443712.pdf)

- Hintermayr, S. (10. Juli 2017). Die Machbarkeit der Seilbahn wird geprüft. *Stuttgarter Zeitung*. <http://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.stadt-stuttgart-bewilligt-200-000-euro-die-machbarkeit-der-seilbahn-wird-geprueft.ddca329a-c498-4533-b068-1d67f0ee66e2.html>
- Hirschhorn, F., Paulsson, A., Sørensen, C. H. & Veeneman, W. (2019). Public transport regimes and mobility as a service: Governance approaches in Amsterdam, Birmingham, and Helsinki. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 130, 178–191. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.016>
- Hochfeld, C., Jung, A., Hitpaß-Klein, A., Maier, U., Meyer, K. & Vorholz, F. (2017). *Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern: 12 Thesen zur Verkehrswende*. Berlin. <https://www.agora-verkehrswende.de/12-thesen/>
- Hofer, K., Haberl, M. & Fellendorf, M. (2016). Estimating the demand of a cable car system as part of public transport in Graz. In Association for European Transport (Vorsitz), *European Transport Conference*. <https://aetransport.org/past-etc-papers/conference-papers-2016>
- Holden, E., Banister, D., Gössling, S., Gilpin, G. & Linnerud, K. (2020). Grand Narratives for sustainable mobility: A conceptual review. *Energy Research & Social Science*, 65, 101454. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101454>
- Holden, E., Gilpin, G. & Banister, D. (2019). Sustainable Mobility at Thirty. *Sustainability*, 11(7), 1965. <https://doi.org/10.3390/su11071965>
- Holz-Rau, C., Krummheuer, F. & Günthner, S. (2009). Der Nahverkehrsplan als Instrument der kommunalen ÖPNV-Planung. In T. Bracher, K. Dziekan, J. Gies, H. Holzapfel, F. Huber, F. Kiepe, U. Reutter, K. Saary & O. Schwedes (Hrsg.). *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung: Strategien, Konzepte, Maßnahmen für eine integrierte und nachhaltige Mobilität* (53. Ergänzungs-Lieferung, Kapitel 3.2.7.3). Wichmann-Fachmedien.
- Hopkins, D. & Schwanen, T. (2018). Experimentation with vehicle automation. In K. E. Jenkins & D. Hopkins (Hrsg.), *Transitions in Energy Efficiency and Demand* (S. 72–93). Routledge.
- Hörl, S., Becker, F., Dubernet, T. & Axhausen, K. W. (2019). *Induzierter Verkehr durch autonome Fahrzeuge: Eine Abschätzung* (Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung Nr. 1433). Zürich. ETHZ / IVT. <https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/ivt/ivt-dam/vpl/reports/1401-1500/ab1433.pdf>
- Hormes, M. (25. Januar 2010a). Neue Varianten zum Petrisberg-Aufstieg. *Trierischer Volksfreund*. <http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/trier/Heute-in-der-Trierer-Zeitung-Neue-Varianten-zum-Petrisberg-Aufstieg;art754,2334456>
- Hormes, M. (14. März 2010b). „Seilbahnen in Städten haben sich bewährt.“ Interview mit Heiner Monheim und Christian Muschwitz. *Trierischer Volksfreund*. <http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/trier/Heute-in-der-Trierer-Zeitung-Seilbahnen-in-St-228-dten-haben-sich-bew-228-hrt;art754,2385761>
- Hormes, M. (8. April 2010c). Petrisberg-Aufstieg: SWT-Verkehrschef weist Kritik im Interview an Stadtwerken Trier zurück. *Trierischer Volksfreund*. <http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/trier/Heute-in-der-Trierer-Zeitung-Petrisberg-Aufstieg-SWT-Verkehrschef-weist-Kritik-im-Interview-an-Stadtwerken-Trier-zurueck;art754,2409232>
- Hrelja, R. (2015). Integrating transport and land-use planning? How steering cultures in local authorities affect implementation of integrated public transport and land-use planning. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 74, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.01.003>
- Hrelja, R., Khan, J. & Pettersson, F. (2020). How to create efficient public transport systems? A systematic review of critical problems and approaches for addressing the problems. *Transport Policy*, 98, 186–196. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2019.10.012>
- Hrelja, R., Monios, J., Rye, T., Isaksson, K. & Scholten, C. (2017). The interplay of formal and informal institutions between local and regional authorities when creating well-functioning public transport systems. *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(8), 611–622. <https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1292374>
- Huber-Erler, R. & Hofherr, S. (2013). *Mobilitätskonzept Trier 2025. Schlussbericht*. [http://www.trier.de/systemstatic/Medien/Mobilitaetskonzept\\_Trier\\_2025\\_Schlussbericht\\_Anlagenband\\_Textband.pdf](http://www.trier.de/systemstatic/Medien/Mobilitaetskonzept_Trier_2025_Schlussbericht_Anlagenband_Textband.pdf)

- ICOMOS. (2013, 28. Januar). *Report on an ICOMOS advisory mission to Upper Middle Rhine Valley, Germany. International Council on Monuments and Sites ICOMOS, Advisory Mission Report.* <http://whc.unesco.org/document/122564%E2%80%8E.pdf>
- IHK Koblenz. (2011, 21. September). *Was kommt nach der BUGA? IHK rief zu Ideen auf* [Pressemitteilung]. [http://www.ihk-koblenz.de/servicemarken/medien\\_und\\_oeffentlichkeitsarbeit/pressemitteilungen/1546238/Was\\_kommt\\_nach\\_der\\_BUGA\\_IHK\\_rief\\_zu\\_Ideen\\_auf.html](http://www.ihk-koblenz.de/servicemarken/medien_und_oeffentlichkeitsarbeit/pressemitteilungen/1546238/Was_kommt_nach_der_BUGA_IHK_rief_zu_Ideen_auf.html)
- International Transport Forum. (2015). *Urban Mobility System Upgrade. How shared self-driving cars could change city traffic.* [http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/15CPB\\_Self-drivingcars.pdf](http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/15CPB_Self-drivingcars.pdf)
- International Transport Forum. (2017). *Transition to shared mobility: How large cities can deliver inclusive transport services.* <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/transition-shared-mobility.pdf>
- Jensen, J. S., Cashmore, M. & Elle, M. (2017). Reinventing the bicycle: how calculative practices shape urban environmental governance. *Environmental Politics*, 26(3), 459–479. <https://doi.org/10.1080/09644016.2017.1311089>
- Just, U., Krech, M. & Gertz, C. (2020). *Chancen und Risiken des autonomen und vernetzten Fahrens aus der Sicht der Verkehrsplanung* (FGSV-Bericht Ausgabe 2020). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsplanung (FGSV). [https://www.fgsv.de/fileadmin/pdf/006\\_14.v.pdf](https://www.fgsv.de/fileadmin/pdf/006_14.v.pdf)
- Justen, A., Schippl, J., Lenz, B. & Fleischer, T. (2014). Assessment of policies and detection of unintended effects: Guiding principles for the consideration of methods and tools in policy-packaging. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 60, 19–30. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.10.015>
- Kairos gGmbH. (2016). *Die Wälderbahn der Zukunft. Eine leistungsfähige Verbindung zwischen dem Bregenzerwald und dem Rheintal.* <http://www.waelderbahn.at/>
- Kallenbach, R. (22. September 2011). Seilbahn erschließt das „neue“ Koblenz. *Rhein-Zeitung.* [http://www.rhein-zeitung.de/region/bundesgartenschau-in-koblenz-2011\\_artikel,-Seilbahn-erschliesst-das-neue-Koblenz-\\_arid,309839.html](http://www.rhein-zeitung.de/region/bundesgartenschau-in-koblenz-2011_artikel,-Seilbahn-erschliesst-das-neue-Koblenz-_arid,309839.html)
- Karl, A. (2014). Strukturelle Reformblockaden im öffentlichen Verkehr – Zu den Herausforderungen von Organisation und Rechtsrahmen. In O. Schwedes (Hrsg.), *Öffentliche Mobilität. Perspektiven für eine nachhaltige Verkehrsentwicklung* (2. Aufl., S. 71–95). Springer Fachmedien. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-03302-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-658-03302-6_4)
- Kemming, H., Stiewe, M., Bohnet, M., Frehn, M., Holz-Rau, C. & Jansen, U. (2010). *Nachhaltige Verkehrspolitik – Akteure und Prozesse: Ein Leitfaden* (ILS Forschung Forschung 3/10). [https://www.ils-forschung.de/files/publikationen/pdfs/Nachhaltige\\_Verkehrspolitik\\_Akteure\\_Prozesse.pdf](https://www.ils-forschung.de/files/publikationen/pdfs/Nachhaltige_Verkehrspolitik_Akteure_Prozesse.pdf)
- Kester, J., Sovacool, B. K., Noel, L. & Zarazua de Rubens, G. (2020). Between hope, hype, and hell: Electric mobility and the interplay of fear and desire in sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, 88–102. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.02.004>
- Kettner, B. (2020). *Stellungnahme des Verkehrsclubs Deutschland e. V. (VCD) zum Referentenentwurf zur Änderung des Personenbeförderungsgesetzes (PBeFG)*. Berlin. Verkehrsclub Deutschland e.V. (VCD). [https://www.vcd.org/fileadmin/user\\_upload/Redaktion/Themen/Oeffentlicher\\_Personennahverkehr/Personenbefoerderungsgesetz/Stellungnahme\\_des\\_VCD\\_zur\\_PBeFG-Novellierung.pdf#page=1&zoom=auto,-274,843](https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Themen/Oeffentlicher_Personennahverkehr/Personenbefoerderungsgesetz/Stellungnahme_des_VCD_zur_PBeFG-Novellierung.pdf#page=1&zoom=auto,-274,843)
- Klenke, D. (2007). Verkehrspolitik. In O. Schöller, W. Canzler & A. Knie (Hrsg.), *Handbuch Verkehrspolitik* (S. 99–122). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Köhler, J., Turnheim, B. & Hodson, M. (2020). Low carbon transitions pathways in mobility: Applying the MLP in a combined case study and simulation bridging analysis of passenger transport in the Netherlands. *Technological Forecasting and Social Change*(151), 119314. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.06.003>
- Köhler, U. (2014). *Einführung in die Verkehrsplanung: Grundlagen, Modellbildung, Verkehrsprognose, Verkehrsnetze*. Fraunhofer IRB Verlag.

- Krail, M., Hellekes, J., Schneider, U., Dütschke, E., Schellert, M., Rüdiger, D., Steindl, A., Luchmann, I., Waßmuth, V., Flämig, H., Schade, W. & Mader, S. (2019). *Energie- und Treibhausgaswirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens im Straßenverkehr*. Karlsruhe. <https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccn/2019/energie-treibhausgaswirkungen-vernetztes-fahren.pdf>
- Kronsell, A. & Mukhtar-Landgren, D. (2018). Experimental governance: the role of municipalities in urban living labs. *European Planning Studies*, 26(5), 988–1007. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1435631>
- Kutter, E. (2020a). Stadt und Verkehr 2020 – Reicht eine neue Mobilitätskultur für die Rettung der Stadt? Teil 1. *Verkehr und Technik*(05/20), 151–155.
- Kutter, E. (2020b). Stadt und Verkehr 2020 – Reicht eine neue Mobilitätskultur für die Rettung der Stadt? Teil 2. *Verkehr und Technik*(06/20), 195–200.
- Lagström, T. & Lundgren, V. M. (2015). *AVIP - Autonomous vehicles' interaction with pedestrians: An investigation of pedestrian-driver communication and development of a vehicle external interface* [Master Thesis]. Chalmers University, Gothenburg. <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/238401/238401.pdf>
- Lam, D. P. M., Martín-López, B., Wiek, A., Bennett, E. M., Frantzeskaki, N., Horcea-Milcu, A. I. & Lang, D. J. (2020). Scaling the impact of sustainability initiatives: a typology of amplification processes. *Urban Transformations*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s42854-020-00007-9>
- Landtag von Baden-Württemberg. (2015, 22. September). *Gesetzentwurf der Landesregierung. Gesetz zur Änderung des Landesgemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes* (Drucksache 15/7416). Stuttgart. Landtag von Baden-Württemberg. [http://www.landtag-bw.de/files/live/sites/LTBW/files/dokumente/WP15/Drucksachen/7000/15\\_7416\\_D.pdf](http://www.landtag-bw.de/files/live/sites/LTBW/files/dokumente/WP15/Drucksachen/7000/15_7416_D.pdf)
- Lang, N. S., Rüssmann, M., Mei-Pochtler, A., Dauner, T., Komiya, S., Mosquet, X. & Doubara, X. (2016). *Self Driving Vehicles, Robo-Taxis, and the Urban Mobility Revolution*. The Boston Consulting Group. <https://www.bcg.com/de-de/publications/2016/automotive-public-sector-self-driving-vehicles-robo-taxis-urban-mobility-revolution>
- Lange, M. (2020). *Klimaschutz durch Tempolimit: Wirkung eines generellen Tempolimits auf Bundesautobahnen auf die Treibhausgasemissionen* (Texte 38/2020). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-durch-tempolimit>
- Lemmer, K. (2016). *Neue autoMobilität: Automatisierter Straßenverkehr der Zukunft* (acatech Studie). <https://www.acatech.de/publikation/neue-automobilitaet-automatisierter-strassenverkehr-der-zukunft/>
- Leonetti, E., Ackermann, T. & Schmitz, M. (2020). *Eckpunkte zum Rechtsrahmen für einen vollautomatisierten und fahrerlosen Level 4 Betrieb im öffentlichen Verkehr: Positionspapier*. Köln. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). <https://www.vdv.de/20201016-vdv-positionspapier-eckpunktepapier-fuer-rechtsrahmen-zum-autonomen-fahren-im-oev.pdf>
- Liedl, S. (1999). *Vorlesung Seilbahntechnik*. München. Technische Universität München. <http://newsroom.doppelmayr.com/download/file/4469/>
- Litman, T. (2018). *Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute. <https://www.vtpi.org/avip.pdf>
- Liu, G., te Brömmelstroet, M., Krishnamurthy, S. & van Wesemael, P. (2019). Practitioners' perspective on user experience and design of cycle highways. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 1, 100010. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100010>
- Luchmann, I., Reuter, C., Karthaus, D., Strauß, P., Knoch, E.-M., Kistorz, N., Hilgert, T., Kagerbauer, M., Frey, M., Niemann, J. & Baumann, C. (2019). *Voraussetzungen & Einsatzmöglichkeiten von automatisiert und elektrisch fahrenden (Klein-) Bussen im ÖPNV: Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben LEA (Klein-)Bus*. Berlin, Karlsruhe, Hamburg. [http://www.fast.kit.edu/lff/Automatisierung\\_13158.php](http://www.fast.kit.edu/lff/Automatisierung_13158.php)
- Luederitz, C., Schöpke, N., Wiek, A., Lang, D. J., Bergmann, M., Bos, J. J., Burch, S., Davies, A., Evans, J., König, A., Farrelly, M. A., Forrest, N., Frantzeskaki, N., Gibson, R. B., Kay, B., Loorbach, D., McCormick, K., Parodi, O., Rauschmayer, F., ... Westley, F. R. (2017). Learning through evaluation – A tentative evaluative scheme for sustainability transition experiments. *Journal of Cleaner Production*, 169, 61–76. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.005>

- Lyons, G. & Davidson, C. (2016). Guidance for transport planning and policymaking in the face of an uncertain future. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 88, 104–116. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.03.012>
- Manders, T. N., Cox, R., Wiczorek, A. J. & Verbong, G. P. J. (2020). The ultimate smart mobility combination for sustainable transport? A case study on shared electric automated mobility initiatives in the Netherlands. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 5, 100129. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100129>
- Manders, T. N., Wiczorek, A. J. & Verbong, G. P. J. (2018). Understanding smart mobility experiments in the Dutch automobility system: Who is involved and what do they promise? *Futures*, 96, 90–103. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.12.003>
- Manders, T. N., Wiczorek, A. J. & Verbong, G. P. J. (2020). Complexity, tensions, and ambiguity of intermediation in a transition context: The case of Connecting Mobility. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 183–208. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.01.011>
- Manderscheid, K. (2020). Antriebs-, Verkehrs- oder Mobilitätswende? Zur Elektrifizierung des Automobilitätsdispositivs. In A. Brunnengräber & T. Haas (Hrsg.), *Baustelle Elektromobilität: Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität* (S. 37–67). transcript. <https://doi.org/10.14361/978383839451656-003>
- Markard, J., Suter, M. & Ingold, K. (2016). Socio-technical transitions and policy change – Advocacy coalitions in Swiss energy policy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 18, 215–237. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.05.003>
- Marletto, G. (2019). Who will drive the transition to self-driving? A socio-technical analysis of the future impact of automated vehicles. *Technological Forecasting and Social Change*, 139, 221–234. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.10.023>
- Marsden, G., Anable, J., Lokesh, K., Walker, R., McCulloch, S. & Jenkinson, K. (2020). *Decarbonising Transport: Getting Carbon Ambition Right* (Decarbonising Transport Series Nr. 1). London. Local Government Association. [https://www.local.gov.uk/sites/default/files/documents/5.89%20carbon%20ambition\\_3.pdf](https://www.local.gov.uk/sites/default/files/documents/5.89%20carbon%20ambition_3.pdf)
- May, A., Boehler-Baedeker, S., Delgado, L., Durlin, T., Enache, M. & van der Pas, J.-W. (2017). Appropriate national policy frameworks for sustainable urban mobility plans. *European Transport Research Review*, 9(1). <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0224-1>
- McCrorry, G., Schäpke, N. A., Holmén, J. & Holmberg, J. (2020). Sustainability-oriented labs in real-world contexts: An exploratory review. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123202. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123202>
- McLeod, S., Scheurer, J. & Curtis, C. (2017). Urban Public Transport. *Journal of Planning Literature*, 32(3), 223–239. <https://doi.org/10.1177/0885412217693570>
- Meadowcroft, J. (2011). Engaging with the politics of sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.003>
- Meyer, J., Becker, H., Bösch, P. M. & Axhausen, K. W. (2017). Autonomous vehicles: The next jump in accessibilities? *Research in Transportation Economics*, 62, 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.03.005>
- Mietzsch, O. (2009). *Das GVFG aus kommunaler Perspektive - Handlungserfordernisse und Änderungsnotwendigkeiten. Fachgespräch der Bundestagsfraktion Bündnis 90/ Die Grünen am 29.06.2009*. [http://toni-hofreiter.de/dateien/Mietzsch\\_29\\_06\\_09.pdf](http://toni-hofreiter.de/dateien/Mietzsch_29_06_09.pdf)
- Mietzsch, O. & Plank, C. B. (2005). Organisation und Finanzierung des ÖPNV. In T. Bracher, K. Dziekan, J. Gies, H. Holzappel, F. Huber, F. Kiepe, U. Reutter, K. Saary & O. Schwedes (Hrsg.), *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung: Strategien, Konzepte, Maßnahmen für eine integrierte und nachhaltige Mobilität* (41. Ergänzungslieferung, Kapitel 4.4.2.1). Wichmann-Fachmedien.
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (VM). (2020a). *Autonomes Fahren im ÖPNV: Empfehlungspapier der Arbeitsgruppe B im Themenfeld 5 des Strategiedialogs Automobilwirtschaft BW*. [https://sda2020.de/fileadmin/files/Themenfelder/TF5\\_PDF/TF5\\_Autonom\\_PDF2.pdf](https://sda2020.de/fileadmin/files/Themenfelder/TF5_PDF/TF5_Autonom_PDF2.pdf)

- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (VM). (2020b, 18. November). *Verkehrsminister Hermann gibt Startschuss für Reallabore: Die Zukunft des ÖPNV ist elektrifiziert und automatisiert: Land fördert Forschungsprojekt RABus mit 7 Millionen Euro* [Pressemitteilung]. <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/verkehrsminister-hermann-gibt-startschuss-fuer-reallabore/>
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (VM). (2022). *ÖPNV-Strategie 2030: Gemeinsam die Fahrgastzahlen im ÖPNV verdoppeln*. <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/mobilitaet-verkehr/bus-und-bahn/oepnv-strategie-2030>
- Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (MWK). (2018). *Baden-Württemberg fördert Reallabore*. <https://mwk.baden-wuerttemberg.de/de/forschung/forschungspolitik/wissenschaft-fuer-nachhaltigkeit/reallabore/>
- Mitchell, M. (2019). *How do you teach a car that a snowman won't walk across the road?* <https://aeon.co/ideas/how-do-you-teach-a-car-that-a-snowman-wont-walk-across-the-road>
- Mitteregger, M., Bruck, E. M. & Soteropoulos, A. (2020). *AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa* (1st ed. 2020). <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61283-5>
- Monheim, H., Muschwitz, C., Auer, W. & Philippi, M. (2010). *Urbane Seilbahnen: Moderne Seilbahnsysteme eröffnen neue Wege für die Mobilität in unseren Städten*. Verkehrspraxis. KSV Kölner Stadt- und Verkehrsverlag.
- Monheim, H. & Schroll, K.-G. (Hrsg.). (2004). *Akzeptanz innovativer ÖPNV-Konzepte bei professionellen Akteuren*. Universität Trier.
- Nationale Plattform Zukunft der Mobilität. (2019). *Handlungsempfehlungen zum autonomen Fahren: Arbeitsgruppe 3 „Digitalisierung für den Mobilitätssektor“*. Berlin. <https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/2download/handlungsempfehlungen-zum-autonomen-fahren/>
- Nejez, J. (2009). Städtische Seilbahnen. *Internationale Seilbahn-Rundschau*(5), 8–13. <http://de.isr.at/fileadmin/isr.at/Media/Heft-Archiv/2009/ISR-2009-5.pdf>
- Neumann, E. S. (2009). *Cable propelled systems in urban environments*. <http://adr.coalliance.org/cog/fez/eserv/cog:165/neumann.pdf>
- Nevens, F., Frantzeskaki, N., Gorissen, L. & Loorbach, D. A. (2013). Urban Transition Labs: Co-creating transformative action for sustainable cities. *Journal of Cleaner Production*, 50, 111–122. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.001>
- Niemann, J., Stegemann, T. & Scharl, A. (2021). *Innovationspapier zur automatisierten und fahrerlosen Personenbeförderung: Erstellt im Auftrag des Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V.* Hamburg, Nürnberg. <https://www.vdv.de/innovationspapier-autonomes-fahren.pdf>
- Nobis, C. & Kuhnimhof, T. (2018). *Mobilität in Deutschland – MiD. Ergebnisbericht. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15)*. Bonn, Berlin. [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017\\_Ergebnisbericht.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf)
- Nolte, H. (2011). Simplified Structure Laying Technique: A Motivating Interview Technique. *SSRN Electronic Journal*. <https://ssrn.com/abstract=1940402>
- Nykvist, B. & Whitmarsh, L. (2008). A multi-level analysis of sustainable mobility transitions: Niche development in the UK and Sweden. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(9), 1373–1387. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.05.006>
- Oetterli, J., Perret, F.-L. & Walter, F. (2001). *Bausteine für eine nachhaltige Mobilität. Gesamtsynthese des NFP 41 «Verkehr und Umwelt» aus Sicht der Verkehrspolitik, der Wissenschaft und der Umsetzung*. Bern. [http://www.snf.ch/SiteCollectionDocuments/nfp/nfp41/nfp41\\_synthese8.pdf](http://www.snf.ch/SiteCollectionDocuments/nfp/nfp41/nfp41_synthese8.pdf)
- Oldbury, K. & Isaksson, K. (2021). Governance arrangements shaping driverless shuttles in public transport: The case of Barkarbystaden, Stockholm. *Cities*, 113, 103146. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103146>
- Olsen, J. P. (2006). Maybe It Is Time to Rediscover Bureaucracy. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 16(1), 1–24. <https://doi.org/10.1093/jopart/mui027>

- Orfeuill, J.-P. & Leriche, Y. (2019). *Piloter le véhicule autonome: Au service de la ville. Cultures mobiles*. Descartes & Cie.
- Owens, S. (1995). From 'predict and provide' to 'predict and prevent'? pricing and planning in transport policy. *Transport Policy*, 2(1), 43–49. [https://doi.org/10.1016/0967-070X\(95\)93245-T](https://doi.org/10.1016/0967-070X(95)93245-T)
- Pajares, E. & Priester, R. (2015). Urbane Seilbahnen als innovative Ergänzung im ÖPNV: Potenzialabschätzung für den Einsatz in europäischen Städten. *Der Nahverkehr*(3), 44–47.
- Parodi, O., Beecroft, R., Albiez, M., Quint, A., Seebacher, A., Tamm, K. & Waitz, C. (2017). The ABC of Real-world Lab Methodology: From "Action Research" to "Participation" and Beyond. *Trialog*(126/127), 74–82.
- Parodi, O., Bögel, P., Beecroft, R., Seebacher, A., Wagner, F. & Hahn, J. (2022). Reflexive Sustainable Technology Labs: Combining Real-World Labs, Technology Assessment, and Responsible Research and Innovation. *Sustainability*, 14(22), 15094. <https://doi.org/10.3390/su142215094>
- Parodi, O., Waitz, C., Bachinger, M., Kuhn, R., Meyer-Soylu, S., Alcántara, S. & Rhodius, R. (2018). Insights into and Recommendations from Three Real-World Laboratories: An Experience-Based Comparison. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 27(1), 52–59. <https://doi.org/10.14512/gaia.27.S1.12>
- Paulsson, A., Hylander, J. & Hrelja, R. (2017). One for all, or all for oneself? Governance cultures in regional public transport planning. *European Planning Studies*, 25(12), 2293–2308. <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1362376>
- Pel, B., Raven, R. & van Est, R. (2020). Transitions governance with a sense of direction: synchronization challenges in the case of the dutch 'Driverless Car' transition. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120244. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120244>
- Pelzer, P., Frenken, K. & Boon, W. (2019). Institutional entrepreneurship in the platform economy: How Uber tried (and failed) to change the Dutch taxi law. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 33, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.02.003>
- Perret, F., Bruns, F., Raymann, L., Hofmann, S., Fischer, R., Abegg, C., Haan, P. de, Straumann, R., Heuel, S., Deublein, M. & Willi, C. (2017). *Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz: Schlussbericht Grundlagenanalyse (Phase A)*. Zürich. [https://staedteverband.ch/cmsfiles/171024\\_BaslerFonds\\_aFz\\_Phase%20A\\_Schlussbericht\\_de\\_1.pdf](https://staedteverband.ch/cmsfiles/171024_BaslerFonds_aFz_Phase%20A_Schlussbericht_de_1.pdf)
- Perret, F., Fischer, R. & Frantz, H. (2018). Automatisiertes Fahren als Herausforderung für Städte und Regionen. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 27(2), 31–37. <https://doi.org/10.14512/tatup.27.2.31>
- Pettersen, I. N., Verhulst, E., Valle Kinloch, R., Junghans, A. & Berker, T. (2017). Ambitions at work: Professional practices and the energy performance of non-residential buildings in Norway. *Energy Research & Social Science*, 32, 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.02.013>
- Pfadenhauer, M. (2009). Auf gleicher Augenhöhe: Das Experteninterview – ein Gespräch zwischen Experte und Quasi-Experte. In A. Bogner, B. Littig & W. Menz (Hrsg.), *Experteninterviews: Theorie, Methoden, Anwendungsfelder* (3. Aufl., S. 99–116). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Pfeifer, F. & Eickelmann, E. (2020, 9. Oktober). *Ein Gespräch zwischen Nahverkehrsplan und Anordnung nach StVO: Vergleichende Betrachtung der Neuerungen in StVO und PBefG aus urbaner und ländlicher Perspektive: Vortrag*. 11. Pegasus-Jahrestagung, online.
- Phleps, P., Feige, I. & Zapp, K. (2015). *Die Zukunft der Mobilität: Szenarien für Deutschland in 2035*. München. ifmo - Institute for Mobility Research.
- Pohl, C. & Hirsch Hadorn, G. (2008). Gestaltung transdisziplinärer Forschung. *Sozialwissenschaften und Berufspraxis*, 31(1), 5–22. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-44574>
- Potier, M. (2011, 22. September). *Quelle place pour le transport par câble « aérien » en ville ? Congrès OITAF 2011*. <http://www.oitaf.org/Kongress%202011/Referate/Potier.pdf>
- Prätorius, G. (1993). *Das PROMETHEUS-Projekt: Technikentstehung als sozialer Prozeß*. Gabler Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-96345-1>

- Pudāne, B., Rataj, M., Molin, E. J., Mouter, N., van Cranenburgh, S. & Chorus, C. G. (2019). How will automated vehicles shape users' daily activities? Insights from focus groups with commuters in the Netherlands. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 71, 222–235. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.11.014>
- Puhe, M. & Reichenbach, M. (2014). In der Nische gefangen? Seilbahnen als Ergänzung des urbanen öffentlichen Verkehrs. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 23(1), 30–38. <https://doi.org/10.14512/tatup.23.1.30>
- Raven, R., Sengers, F., Spaeth, P., Xie, L., Cheshmehzangi, A. & Jong, M. de (2019). Urban experimentation and institutional arrangements. *European Planning Studies*, 27(2), 258–281. <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1393047>
- Reichenbach, M. (2021). *Perspektiven für Reallabore zum automatisierten Fahren im öffentlichen Verkehr: Diskussionspapier* (KIT Scientific Working Papers Nr. 164). <https://doi.org/10.5445/IR/1000132693>
- Reichenbach, M. & Fleischer, T. (2023a). From ambition to implementation: institutionalisation as a key challenge for a sustainable mobility transition in Germany. *Energy, Sustainability and Society*, 13(14). <https://doi.org/10.1186/s13705-023-00392-6>
- Reichenbach, M. & Fleischer, T. (2023b). Zwischen Ambition und Umsetzung. Institutionalisierungsprozesse als Kernherausforderung der Mobilitätswende? In D. Sack, H. Straßheim & K. Zimmermann (Hrsg.), *Renaissance der Verkehrspolitik. Politik- und mobilitätswissenschaftliche Perspektiven* (S. 293–322). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-38832-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-658-38832-4_12)
- Reichenbach, M. & Puhe, M. (2017). *Praxis urbaner Luftseilbahnen* (KIT Scientific Working Papers Nr. 57). Karlsruhe. <https://doi.org/10.5445/IR/1000064581>
- Reichenbach, M. & Puhe, M. (2018). Flying high in urban ropeways? A socio-technical analysis of drivers and obstacles for urban ropeway systems in Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61(B), 339–355. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.019>
- Reichenbach, M. & Puhe, M. (2022). Struggling with inertia: Regime barriers opposing planning and implementation of urban ropeways. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100023>
- Reichenbach, M., Puhe, M., Soylu, T., Behren, S. von & Chlond, B. (2017). *Urbane Seilbahnen in Baden-Württemberg: Explorative Analyse von Bürgersicht, Expertenmeinungen und Planungshürden*. Projekt „Hoch hinaus in Baden-Württemberg: Machbarkeit, Chancen und Hemmnisse urbaner Luftseilbahnen in Baden-Württemberg“, Arbeitsbericht Nr. 2. Karlsruhe. Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse. <https://www.itas.kit.edu/pub/v/2017/reua17a.pdf>
- Rip, A. (2006). Folk Theories of Nanotechnologists. *Science as Culture*, 15(4), 349–365. <https://doi.org/10.1080/09505430601022676>
- Rip, A. (2010). De facto Governance of Nanotechnologies. In M. Goodwin, B.-J. Koops & R. Leenes (Hrsg.), *Dimensions of technology regulation* (S. 285–308). Wolf Legal Publishers - WLP.
- Rittel, H. W. J. & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4(2), 155–169. <https://doi.org/10.1007/bf01405730>
- Rosenbaum, W. (2016). Alltagsmobilität: Eine soziale Herausforderung für die Verkehrspolitik. In O. Schwedes, W. Canzler & A. Knie (Hrsg.), *Handbuch Verkehrspolitik* (S. 543–567). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-04693-4\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-658-04693-4_25)
- Rothfuchs, K. & Engler, P. (2018). Auswirkungen des autonomen Fahrens aus Sicht der Verkehrsplanung: Thesen und offene Fragen. *Internationales Verkehrswesen*, 70(3), 60–64.
- Rüb, F. W. & Seifer, K. (2007). Vom Government zur Governance. In O. Schöller, W. Canzler & A. Knie (Hrsg.), *Handbuch Verkehrspolitik* (S. 161–175). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rudolph, K. A. (2009). *Anwendungsfälle und Lösungsansätze zur Realisierung urbaner Luftseilbahnprojekte im ÖPNV*. (Schriftenreihe des Instituts für Transportwirtschaft und Logistik - Verkehr 08/2009). Wien. Institut für Transportwirtschaft und Logistik, Vienna University of Economics and Business. <http://epub.wu.ac.at/872/1/document.pdf>

- Ruhrort, L. (2020). Reassessing the Role of Shared Mobility Services in a Transport Transition: Can They Contribute the Rise of an Alternative Socio-Technical Regime of Mobility? *Sustainability*, 12(19), 8253. <https://doi.org/10.3390/su12198253>
- Runder Tisch Automatisiertes Fahren – AG Forschung. (2015). *Bericht zum Forschungsbedarf*. [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-forschungsbedarf-runder-tisch-automatisiertes-fahren.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-forschungsbedarf-runder-tisch-automatisiertes-fahren.pdf?__blob=publicationFile)
- Runhaar, H., Fünfschilling, L., van den Pol-Van Dasselaar, A., Moors, E. H., Temmink, R. & Hekkert, M. P. (2020). Endogenous regime change: Lessons from transition pathways in Dutch dairy farming. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 36, 137–150. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.06.001>
- Rupprecht, S., Buckley, S., Crist, P. & Lappin, J. (2018). “AV-Ready” Cities or “City-Ready” AVs? In G. Meyer & S. Beiker (Hrsg.), *Road Vehicle Automation 4* (S. 223–233). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60934-8\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60934-8_18)
- RWTH Aachen (Hrsg.). (2020). *upBus*. <https://www.upbus.rwth-aachen.de/index.php/home-en>
- Sack, D., Straßheim, H. & Zimmermann, K. (Hrsg.). (2023). *Renaissance der Verkehrspolitik. Politik- und mobilitätswissenschaftliche Perspektiven*. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- SAE International. (2018). *Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles: SAE document J3016. Issued 2014, revised 2018*. Warrendale, PA. [https://saemobilus.sae.org/content/j3016\\_201806](https://saemobilus.sae.org/content/j3016_201806)
- Scherf, C. (2018). *Volle Fahrt à la carte? Mobilitätskarten als Vermittlungsversuche zwischen sozialen Welten. Blickwechsel: Schriftenreihe des Zentrum Technik und Gesellschaft der TU Berlin: Bd. 14*. Oekom; Franz Steiner Verlag.
- Schippl, J. & Arnold, A. (2020). Stakeholders’ Views on Multimodal Urban Mobility Futures: A Matter of Policy Interventions or Just the Logical Result of Digitalization? *Energies*, 13(7), 1788. <https://doi.org/10.3390/en13071788>
- Schippl, J. & Puhe, M. (2012). *Technology options in urban transport: changing paradigms and promising innovation pathways – Final Report*. Brussels: European Parliament - STOA / ETAG 2012. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2012/482692/IPOL-JOIN\\_ET\(2012\)482692\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2012/482692/IPOL-JOIN_ET(2012)482692_EN.pdf)
- Schippl, J. & Truffer, B. (2018). Spatial patterns of transitions in the mobility sector: Applying the concept of service regimes and sectoral regimes to anticipate changes in urban and rural transport systems. In University of Manchester (Vorsitz), *9<sup>th</sup> International Sustainability Transitions Conference: Reconfiguring Consumption and Production Systems*, Manchester. <http://documents.manchester.ac.uk/display.aspx?DocID=37413>
- Schippl, J. & Truffer, B. (2020). Directionality of transitions in space: Diverging trajectories of electric mobility and autonomous driving in urban and rural settlement structures. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 37, 345–360. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.10.007>
- Schlag, B. (2016). Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr: Offene Fragen aus Sicht der Psychologie. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 62(2), 94–98. [https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/voeko/ressourcen/dateien/dateien/vortraege-kolloquium/Schlag\\_WS1617?lang=de](https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/voeko/ressourcen/dateien/dateien/vortraege-kolloquium/Schlag_WS1617?lang=de)
- Schmaus, M., Bawidamann, J., Friedrich, M., Haberl, M., Trenkwalder, L., Fellendorf, M., Uhlig, J., Lohse, R. & Pestel, E. (2023). *Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung* (Texte 14/2023). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/fluessiger-verkehr-fuer-klimaschutz-luftreinhaltung>
- Schneider, I. (2010). *Seilbahn doch auf Dauer? CDU-Stadtratsfraktion Koblenz*. <http://cdufraktion-koblenz.de/2010/01/27/seilbahn-doch-auf-dauer/#more-668>
- Schneiders, M. (1. Juli 2012). Schneller und bequemer von A nach B. *Trierischer Volksfreund*. <http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/trier/Heute-in-der-Trierer-Zeitung-Schneller-und-bequemer-von-A-nach-B;art754,3206899>

- Schneidewind, U., Augenstein, K., Stelzer, F. & Wanner, M. (2018). Structure Matters: Real-World Laboratories as a New Type of Large-Scale Research Infrastructure: A Framework Inspired by Giddens' Structuration Theory. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 27(1), 12–17. <https://doi.org/10.14512/gaia.27.S1.5>
- Schwanen, T. (2015). The Bumpy Road toward Low-Energy Urban Mobility: Case Studies from Two UK Cities. *Sustainability*, 7(6), 7086–7111. <https://doi.org/10.3390/su7067086>
- Schwedes, O. (2013). Möglichkeiten und Grenzen kommunaler Verkehrspolitik. In T. Bracher, K. Dziekan, J. Gies, H. Holzapfel, F. Huber, F. Kiepe, U. Reutter, K. Saary & O. Schwedes (Hrsg.), *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung: Strategien, Konzepte, Maßnahmen für eine integrierte und nachhaltige Mobilität* (68. Ergänzungs-Lieferung, Kapitel 3.1.2.1). Wichmann-Fachmedien.
- Schwedes, O. (2016). Verkehrspolitik: Ein problemorientierter Überblick. In O. Schwedes, W. Canzler & A. Knie (Hrsg.), *Handbuch Verkehrspolitik* (S. 3–31). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Schwedes, O. (2018). Verkehrspolitik als Gesellschaftspolitik. In O. Schwedes (Hrsg.), *Verkehrspolitik: Eine interdisziplinäre Einführung* (S. 3–24). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-21601-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-21601-6_1)
- Schwedes, O. (2022). Verkehrswissenschaft zwischen Demokratie und Expertokratie. Das Beispiel der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. *spw*(248), 57–64. [https://www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002265/Mitarbeiter/Veroeffentlichungen/Schwedes/spw\\_FGSV\\_schwedes.pdf](https://www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002265/Mitarbeiter/Veroeffentlichungen/Schwedes/spw_FGSV_schwedes.pdf)
- Schweizer, P.-J., Renn, O., Köck, W., Bovet, J., Benighaus, C., Scheel, O. & Schröter, R. (2016). Public participation for infrastructure planning in the context of the German “Energiewende”. *Utilities Policy*, 43, 206–209. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2014.07.005>
- Schweizerischer Bundesrat (Hrsg.). (2016). *Automatisiertes Fahren – Folgen und verkehrspolitische Auswirkungen: Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulats Leutenegger Oberholzer 14.4169 «Auto-Mobilität»* (O353-1246). Bern. [https://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung\\_strassennetzeallgemein/automatisiertes-fahren.pdf.download.pdf/Automatisiertes%20Fahren%20%E2%80%93%20Folgen%20und%20verkehrspolitische%20Auswirkungen.pdf](https://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung_strassennetzeallgemein/automatisiertes-fahren.pdf.download.pdf/Automatisiertes%20Fahren%20%E2%80%93%20Folgen%20und%20verkehrspolitische%20Auswirkungen.pdf)
- Scott, W. R. (2014). *Institutions and organizations: Ideas, interests and identities* (Fourth edition). SAGE.
- Sedivy, P. (2012). *Vorlesung Seilbahnbau*. Innsbruck. Universität Innsbruck. [https://web.archive.org/web/20131224095743/http://www.uibk.ac.at/eisenbahnwesen/Seilbahnbau\\_Skriptum\\_2012\\_innsbruck.pdf](https://web.archive.org/web/20131224095743/http://www.uibk.ac.at/eisenbahnwesen/Seilbahnbau_Skriptum_2012_innsbruck.pdf)
- Seeber, M. (2009). Erfolgsmodell für Seilbahnprojekte? PPP am Beispiel der Innsbrucker Nordkettenbahnen. In H. Pechlaner, M. Bachinger & W. Holzschuher (Hrsg.), *Unternehmertum und Public Private Partnership: Wissenschaftliche Konzepte und praktische Erfahrungen* (S. 373–393). Gabler / GWV Fachverlage.
- Sengers, F. & Raven, R. (2015). Toward a spatial perspective on niche development: The case of Bus Rapid Transit. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 17, 166–182. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.12.003>
- Serna Gallego, R. A. (2011, 14. Dezember). *Metrocable en Medellín, Colombia. El cable urbano integrado, una nueva dimensión del transporte por cable aéreo*. <http://www.oitaf.org/Kongress%202011/Referate/metromedellin.pdf>
- SHERPA (Hrsg.). (2019). *Scenario: Self-driving vehicles: Navigating towards an ethical future*. <https://www.project-sherpa.eu/scenarios/self-driving-cars/>
- Shladover, S. E. & Bishop, R. (2015). *Road Transport Automation as a Public-Private Enterprise: EU-US Symposium on Automated Vehicles: White Paper I*. <https://www.ssti.us/wp/wp-content/uploads/2015/10/2015-EU-US-Symposium-White-Paper-I-Public-Private-Enterprise-002.pdf>
- Silberg, G., Wallace, R., Matuszak, G., Plessers, J., Brower, C. & Subramanian, D. (2012). *Self-driving cars: The next revolution*. <http://www.kpmg.com/Ca/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/self-driving-cars-next-revolution.pdf>

- Silva, C., Bertolini, L., te Brömmelstroet, M., Milakis, D. & Papa, E. (2017). Accessibility instruments in planning practice: Bridging the implementation gap. *Transport Policy*, 53, 135–145. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.09.006>
- Silva Cruz, I. & Katz-Gerro, T. (2016). Urban public transport companies and strategies to promote sustainable consumption practices. *Journal of Cleaner Production*, 123, 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.007>
- Silverman, D. (2020). *Interpreting qualitative data* (Sixth edition). SAGE.
- Sivak, M. & Schoettle, B. (2015). *Road safety with self-driving vehicles: General limitations and road sharing with conventional vehicles* (UMTRI-2015-2). University of Michigan, Transport Research Institute. <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/111735/103187.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Skinner, R. & Bidwell, N. (2016). *Making better places. Autonomous vehicles and future opportunities*. <http://www.wsp-pb.com/Globaln/UK/WSPPB-Farrells-AV-whitepaper.pdf>
- Smith, A. & Raven, R. (2012). What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Research Policy*, 41(6), 1025–1036. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.12.012>
- Sokol, D. (21. August 2012). Over Site: how Caracas's new cable-car system is making the city's favelas more visible. *Architonic*. <http://www.architonic.com/nthst/over-site-how-caracas-s-new-cable-car-system-is-making-the-city-s-favelas-more-visible/700051>
- Sommer, K., Heinrichs, E., Schormüller, K. & Deppner, T. (2016). *Lärm- und Klimaschutz durch Tempo 30: Stärkung der Entscheidungskompetenzen der Kommunen* (Texte 30/2016). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/laerm-klimaschutz-durch-tempo-30-staerkung-der>
- SPD, Bündnis 90/Die Grünen & FDP. (2021). *Mehr Fortschritt wagen: Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit: Koalitionsvertrag zwischen SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP*. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/gesetzesvorhaben/koalitionsvertrag-2021-1990800>
- SPD Koblenz. *Buga2011. Positive Ökobilanz der Seilbahn zur BUGA 2011 bei Unterzeichnung des Konzessionsvertrages vorgestellt* [Pressemitteilung]. [http://www.spd-koblenz.de/index.php?mod=content&page\\_id=2648&s=15652&menu=901](http://www.spd-koblenz.de/index.php?mod=content&page_id=2648&s=15652&menu=901)
- Spiekermann AG Consulting Engineers. (2012). *Petrisbergaufstieg Trier Potentialuntersuchung*. Düsseldorf. <https://info.trier.de/bi/vo020.asp?VOLFDNR=6665>
- Staatsministerium Baden-Württemberg. (2020). *Dritter Fortschrittsbericht Strategiedialog Automobilwirtschaft BW*. Stuttgart. [https://sda2020.de/fileadmin/files/Themenfelder/TF0\\_PDF/TF0\\_Allgemein\\_PDF3.pdf](https://sda2020.de/fileadmin/files/Themenfelder/TF0_PDF/TF0_Allgemein_PDF3.pdf)
- Stadt Heidelberg. (2016). *Straßenbahn ins Neuenheimer Feld*. Mobilitätsnetz Heidelberg. <http://www.heidelberg.de/mobinetz,Lde/Start/Teilprojekte/Neuenheimer+Feld.html>
- Stadt Konstanz. (2017). *ÖPNV-Studien: Potentialstudie Seilbahn*. [http://www.stadt.konstanz.de/umwelt/01604/08836/index.html#sprungmarke0\\_13](http://www.stadt.konstanz.de/umwelt/01604/08836/index.html#sprungmarke0_13)
- Stadt Trier. (2006). *ÖPNV-Querachse Trier - Petrisbergaufstieg - Sachstandbericht und weiteres Verfahren. Vorlage 010/2006*. <https://info.trier.de/bi/vo020.asp?VOLFDNR=3267>
- Stadt Trier. (2012). *Petrisbergaufstieg: Ergebnis der Potenzialstudie Seilbahn sowie weiteres Vorgehen* (Vorlage 162/2012). <https://info.trier.de/bi/vo020.asp?VOLFDNR=6665>
- Stadt Wuppertal. (2014). *Wuppertal 2025. Strategie für Wuppertal*. Stadt Wuppertal. [https://www.wuppertal.de/rathaus-buergerservice/medien/dokumente/\\_647590/Strategie\\_2025\\_Sachstandsbericht.pdf](https://www.wuppertal.de/rathaus-buergerservice/medien/dokumente/_647590/Strategie_2025_Sachstandsbericht.pdf)
- Stadtverwaltung Koblenz. (2014). *Bebauungsplan Nr. 120. „Seilbahnanlage Bundesgartenschau 2011“. Änderung und Erweiterung Nr. 2. Begründung. Konzeptionsfassung. BV/0073/2014*. [http://www.koblenz.de/verwaltung\\_politik/buergerinfo/vo0050.php?\\_kvonr=17658](http://www.koblenz.de/verwaltung_politik/buergerinfo/vo0050.php?_kvonr=17658)
- Stennecken, C. & Neumann, J. (2016). Urbane Seilbahnen als Gegenstand des Planfeststellungsrechts: Innovative Infrastruktur oder stadtplanerische Träumerei? *Die Öffentliche Verwaltung*(10), 419–428.

- Stickler, A. (2020). Automatisiertes und vernetztes Fahren als Zukunftsperspektive für Europa? Eine Diskursanalyse der gegenwärtigen europäischen Politik. In A. Brunnengräber & T. Haas (Hrsg.), *Baustelle Elektromobilität: Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität* (S. 93–115). transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839451656-005>
- Stiewe, M. (2006). Planungsprozesse in der Verkehrsplanung: Nachhaltig zum Erfolg. In T. Bracher, K. Dziekan, J. Gies, H. Holzapfel, F. Huber, F. Kiepe, U. Reutter, K. Saary & O. Schwedes (Hrsg.), *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung: Strategien, Konzepte, Maßnahmen für eine integrierte und nachhaltige Mobilität* (43. Ergänzungslieferung, Abschnitt 3.2.9.2). Wichmann-Fachmedien.
- Stocker, A. & Shaheen, S. A. (2017). *Shared Automated Vehicles: Review of Business Models* (Discussion Paper No. 2017-09). International Transport Forum (ITF). <https://www.itf-oecd.org/shared-automated-vehicles-review-business-models>
- Stone, J., Ashmore, D., Scheurer, J., Legacy, C. & Curtis, C. (2018). Planning for Disruptive Transport Technologies: How Prepared Are Australian Transport Agencies? In G. Marsden & L. Reardon (Hrsg.), *Emerald Points. Governance of the Smart Mobility Transition* (S. 123–137). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-78754-317-120181008>
- Szimba, E. & Orschiedt, Y. (2017). How beneficial is fully automated driving in urban areas from a socio-economic point of view? In VGU-UTC (Vorsitz), *Future City 2017: Urban Sustainable Development and Mobility*, Hanoi.
- Temenos, C., Nikolaeva, A., Schwanen, T., Cresswell, T., Sengers, F., Watson, M. & Sheller, M. (2017). Theorizing Mobility Transitions: An Interdisciplinary Conversation. *Transfers*, 7(1). <https://doi.org/10.3167/TRANS.2017.070109>
- Tennøy, A. (2010). Why we fail to reduce urban road traffic volumes: Does it matter how planners frame the problem? *Transport Policy*, 17(4), 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.01.011>
- Težak, S., Sever, D. & Lep, M. (2016). Increasing the Capacities of Cable Cars for Use in Public Transport. *Journal of Public Transportation*, 19(1), 1–16. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.19.1.1>
- Tiessler, M., Ricci, G. L. & Bogenberger, K. (2020). Urban Cableway Systems: State-of-art and analysis of the Emirates Air Line, London. In IEEE (Hrsg.), *2020 IEEE 23rd International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ITSC45102.2020.9294324>
- Trommer, S., Kolarova, V., Fraedrich, E., Kröger, L., Kickhöfer, B., Kuhnimhof, T., Lenz, B. & Phleps, P. (2016). *Autonomous Driving: The Impact of Vehicle Automation on Mobility Behaviour*. ifmo - Institute for Mobility Research. [https://www.ifmo.de/files/publications\\_content/2016/ifmo\\_2016\\_Autonomous\\_Driving\\_2035\\_en.pdf](https://www.ifmo.de/files/publications_content/2016/ifmo_2016_Autonomous_Driving_2035_en.pdf)
- Tschoerner-Budde, C. (2020). Cycling policy futures: Diversifying governance, expertise and the culture of everyday mobilities. *Applied Mobilities*, 7, 1–18. <https://doi.org/10.1080/23800127.2020.1766217>
- Upham, P., Oltra, C. & Boso, A. (2015). Towards a cross-paradigmatic framework of the social acceptance of energy systems. *Energy Research & Social Science*, 8, 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.05.003>
- van de Velde, D. (2014). Market initiative regimes in public transport in Europe: Recent developments. *Research in Transportation Economics*, 48, 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2014.09.029>
- van Dorp, E.-J. (2018). Trapped in the hierarchy: the craft of Dutch city managers. *Public Management Review*, 20(8), 1228–1245. <https://doi.org/10.1080/14719037.2017.1383783>
- van Steenberg, F. & Frantzeskaki, N. (2018). The Importance of Place for Urban Transition Experiments: Understanding the embeddedness of urban living labs. In S. Marvin, H. Bulkeley, L. Mai, K. McCormick & Y. V. Palgan (Hrsg.), *Urban living labs: Experimentation with city futures*. Routledge Taylor.
- van Welie, M. J., Cherunya, P. C., Truffer, B. & Murphy, J. T. (2018). Analysing transition pathways in developing cities: The case of Nairobi's splintered sanitation regime. *Technological Forecasting and Social Change*, 137, 259–271. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.059>

- VanHoose, K., Gante, A. R. de, Bertolini, L., Kinigadner, J. & Büttner, B. (2022). From temporary arrangements to permanent change: Assessing the transitional capacity of city street experiments. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100015. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100015>
- Veeneman, W., Augustin, K., Enoch, M., Faivre d'Arcier, B., Malpezzi, S. & Wijmenga, N. (2015). Austerity in public transport in Europe: The influence of governance. *Research in Transportation Economics*, 51, 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2015.07.005>
- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). (2018). *VDV-Stellungnahme zum Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes*. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen. [https://www.bundestag.de/resource/blob/577060/5844a92d96c07c40755f3c1519de6dc1/026\\_sitzung\\_vdv-data.pdf](https://www.bundestag.de/resource/blob/577060/5844a92d96c07c40755f3c1519de6dc1/026_sitzung_vdv-data.pdf)
- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). (2019a). *Deutschland mobil 2030: Szenarien für die Umsetzung der Verkehrswende in Deutschland: Zeit für neues Denken und Handeln*. <https://www.deutschland-mobil-2030.de/vdv-broschuere-doppelseiten-deutschland-mobil-2030.pdf>
- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). (2019b). *Für eine Zukunft mit mehr Lebensqualität: Individuelle und öffentliche Mobilität aus einem Guss – geteilt, elektrisch und autonom*. Köln. <https://www.vdv.de/infografik-faltkarte.pdf>
- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). (2021). *Autonome Shuttle-Bus-Projekte in Deutschland*. <https://www.vdv.de/liste-autonome-shuttle-bus-projekte.aspx>
- Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart GmbH. (2017). *Nahverkehrsentwicklungsplan für die Landeshauptstadt Stuttgart: Entwurf*. Stuttgart. <https://www.domino1.stuttgart.de/web/ksd/KSDRedSystem.nsf/analgr?OpenView&Start=1&Count=100&Expand=2.9.16#2.9.16>
- Weidmann, U. (2013). *Neue Verkehrssysteme für Städte im Wandel*. Vortrag in der Veranstaltungsreihe des VöV Zürich am 07.11.2013 zum Thema „Seilbahnen als urbane Verkehrsmittel?“. Zürich. [http://voev-zh.ch/files/131130\\_165650-3/13\\_11\\_07\\_Seilbahnen\\_2F-r.pdf](http://voev-zh.ch/files/131130_165650-3/13_11_07_Seilbahnen_2F-r.pdf)
- Weiß, H.-J. (2012). Wozu noch objektive Marktzugangsbeschränkungen im straßengebundenen ÖPNV? *Wirtschaftsdienst*, 92(8), 547–553. <https://doi.org/10.1007/s10273-012-1418-8>
- Welsch, J. & Albrecht, J. (2020). *Raus aus der Nische!? Reallabore als Format der transformativen Mobilitätsforschung: Dokumentation der digitalen Mobilitäts-Abschlussveranstaltung am 02.11.2020*. <http://mobilita.sennestadt.de/details/dokumentation-der-digitalen-abschlusskonferenz.html>
- Whitmarsh, L. (2012). How useful is the Multi-Level Perspective for transport and sustainability research? *Journal of Transport Geography*, 24, 483–487. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.022>
- Wilke, G. & Bongardt, D. (2004). Akzeptanz innovativer Konzepte bei Bahn und Bus bei professionellen Akteuren: Analyse der Akteure auf nationaler und europäischer Ebene. In H. Monheim & K.-G. Schroll (Hrsg.), *Akzeptanz innovativer ÖPNV-Konzepte bei professionellen Akteuren* (S. 94–185). Universität Trier.
- Wirth, S., Markard, J., Truffer, B. & Rohracher, H. (2013). Informal institutions matter: Professional culture and the development of biogas technology. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 8, 20–41. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2013.06.002>
- Wirth, T. von, Fünfschilling, L., Frantzeskaki, N. & Coenen, L. (2019). Impacts of urban living labs on sustainability transitions: mechanisms and strategies for systemic change through experimentation. *European Planning Studies*, 27(2), 229–257. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1504895>
- Ydersbond, I. M., Auvinen, H., Tuominen, A., Fearnley, N. & Aarhaug, J. (2020). Nordic Experiences with Smart Mobility: Emerging Services and Regulatory Frameworks. *Transportation Research Procedia*, 49, 130–144. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.09.012>
- ZebraLog GmbH & Fraunhofer ISI. (2020). *Zusammenfassung der Ergebnisse aus dem Regionaldialog „Nachhaltige urbane Mobilität“ in Karlsruhe: Beteiligungsprozess zur Weiterentwicklung der Hightech-Strategie 2025*. [https://www.mitmachen-hts.de/sites/default/files/downloads/beteiligungsprozess\\_regionaldialog\\_karlsruhe\\_ergebnisbericht\\_20201027.pdf](https://www.mitmachen-hts.de/sites/default/files/downloads/beteiligungsprozess_regionaldialog_karlsruhe_ergebnisbericht_20201027.pdf)

Zimmer, F. (2020). Nur das Richtige im Falschen? Mobilität zwischen Innovation und automobiler Pfadabhängigkeit. In A. Brunnengräber & T. Haas (Hrsg.), *Baustelle Elektromobilität: Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität* (S. 117–136). transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839451656-006>

# Gesamtabbildungsverzeichnis

Abb. I-1:	Begrifflichkeiten zur Transformation des Mobilitätssystems .....	21
Abb. I-2:	Theoretisch-konzeptionelle Fokussierung im Überblick .....	25
Fig. III-1:	Nested hierarchy in the multi-level perspective .....	58
Fig. III-2:	Diffusion pathway for urban ropeways in Germany .....	63
Fig. IV-1:	Overview of potential urban ropeway corridors discussed in the expert workshops.....	94
Fig. IV-2:	Misalignment challenges for urban ropeways .....	101
Abb. V-1:	Akzeptanzdimensionen und Reallaboransätze für AF-Mobilitätszukünfte ....	116
Abb. V-2:	Grundlegende Akteursstruktur im ÖSPV .....	120
Abb. V-3:	Eckpunkte und Fragestellungen für AF-Reallabore.....	125
Abb. V-4a:	Posterfragebogen im Rahmen des a-drive-Workshops am 07.11.2019 in Ulm – Teil 1 .....	146
Abb. V-4b:	Posterfragebogen im Rahmen des a-drive-Workshops am 07.11.2019 in Ulm – Teil 2 .....	147
Abb. V-5a:	Poster im Rahmen der IST 2020 (online, 18.-21.08.2020) .....	148
Abb. V-5b:	Digitaler Fragebogen im Rahmen der IST 2020 (online, 18.-21.08.2020) .....	149
Fig. VI-1:	Directional decision-making in the socio-technical regime .....	169

# Gesamttabellenverzeichnis

Tab. III-1: Main characteristics of the urban ropeway projects in Koblenz, Wuppertal, and Cologne.....	62
App. III-A: Pros and cons regarding the integration of the Koblenz ropeway into public transport.....	82
App. III-B: (Potential) drivers and barriers regarding the realisation of the urban ropeway project in Wuppertal .....	83
App. III-C: Pros and cons regarding the suspended urban ropeway project in Cologne ...	84
Tab. IV-1: Typical potentials and challenges of urban ropeways mentioned during the expert workshops.....	93
Tab. V-1: Wirkungsdimensionen des AF und betroffene Akteursgruppen .....	110
Tab. VI-1: Analytical framework .....	156
Tab. VI-2: Comparison of transformative potential and institutionalisation challenges .....	167
Tab. VII-1: Transformationspotentiale: urbane Seilbahnen und automatisiertes Fahren im Vergleich.....	178