



# Entwicklungen im ÖPNV

1

Markus Derer und Fabienne Geis

In Deutschland stellt der Öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) das Rückgrat für die Mobilität der Bevölkerung dar. Mit voranschreitenden Megatrends, wie der zunehmenden Urbanisierung und einer steigenden Nachfrage nach nachhaltiger Mobilität, ergeben sich für den ÖPNV sowohl Chancen als auch Risiken. In diesem Kontext steht die Technologie des autonomen Fahrens in einem besonderen Fokus. Welche Möglichkeiten ergeben sich? Welchen Herausforderungen muss sich der ÖPNV stellen? Das folgende Kapitel stellt die Entwicklungen im ÖPNV in Deutschland in aller Kürze vor und gibt eine thematische Einführung in diese Fragestellungen.

## 1.1 Der ÖPNV in Deutschland

Mit rund 5,8 Milliarden beförderten Fahrgästen und 77,5 Milliarden Personen-Kilometern allein in der ersten Hälfte des Jahres 2018 verzeichnete der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) in Deutschland einen absoluten Fahrgast-Rekord (Statistisches Bundesamt 2018). Im Vergleich zum Vorjahr 2017 stieg die Zahl der Fahrgäste – bezogen auf das ganze Jahr – auf 10,38 Milliarden respektive um 0,6 Prozent. Um diese Leistung erbringen zu können, waren 2017 täglich über 35.000 Linienbusse und 16.000 Eisenbahnzüge im Einsatz. Die entsprechenden Einnahmen in Höhe von 12,8 Milliarden Euro sind mit dem jährlichen Gesamtumsatz der deutschen Textilindustrie vergleichbar, welche zu den zehn wichtigsten Industriebranchen der Bundesrepublik zählt. Als Arbeitgeber trägt er dementsprechend zum Wohlstand bei. Insgesamt sind 236.000 Arbeitnehmer direkt bei Verkehrsunternehmen sowie 157.000 indirekt bei zuliefernden Dienstleistern beschäftigt. Im

---

M. Derer (✉) · F. Geis  
Technische Hochschule Ingolstadt, Ingolstadt, Deutschland  
E-Mail: [markus.derer@thi.de](mailto:markus.derer@thi.de); [fabienne.geis@thi.de](mailto:fabienne.geis@thi.de)

Gegensatz zu vielen anderen Branchen sind diese Arbeitsplätze zu großen Teilen fest in Deutschland verankert und können nicht in andere Länder verlagert werden (Verband deutscher Verkehrsunternehmen 2018).

Die Bedeutung des öffentlichen Personennahverkehrs als Mobilitätsgarant geht weit über quantitative Kennzahlen hinaus. Mobilität ist eine wesentliche Lebensgrundlage für eine gut funktionierende Gesellschaft. Sie ermöglicht beispielsweise den Zugang zu Arbeit und Bildung und damit eine sozioökonomische Entwicklung. Neben der gesetzlichen Verpflichtung zur Daseinsvorsorge der Bevölkerung durch die öffentliche Hand, lohnt sich ein leistungsstarker ÖPNV zudem in mehrfacher Hinsicht (Daubitz 2011). Gerade im Nahverkehr ergibt sich die Attraktivität des öffentlichen Mobilitätsangebots mitunter durch Erreichbarkeit, Reisezeit und Komfort. Erreichen die Mobilitätsnachfrager ihre Zielpunkte mit den öffentlichen Verkehrsmitteln regelmäßig schneller und kostengünstiger als mit dem Privatfahrzeug, ist eine große Nachfrage eine logische Konsequenz (Koch 2018). Ein attraktiver ÖPNV kann folglich eine nachhaltige Änderung des lokalen Mobilitätsverhaltens bewirken: Weniger individuelle Mobilität und mehr öffentliche Mobilität (Maertins 2006). Das wiederum hat eine verminderte Umweltverschmutzung und geringere Lärmbelastungen zur Folge, da weniger mobile Personen auf das Privatfahrzeug zurückgreifen. Im Vergleich zum motorisierten Individualverkehr weist der ÖPNV demnach eine bessere Umweltbilanz auf. Auf den einzelnen Fahrgast gerechnet verbrauchen öffentliche Verkehrsmittel fast 50 % weniger Energie. Die durch ihren Betrieb verursachte Umweltverschmutzung ist dementsprechend geringer (Verband deutscher Verkehrsunternehmen 2018).

Des Weiteren sind weitaus weniger versiegelte Flächen notwendig, die für die Standzeit der Privatfahrzeuge als Parkplatz dienen. Hierbei muss erwähnt werden, dass diese Standzeit durchschnittlich 23 von 24 Stunden bzw. 96 % eines Tages ausmachen (Knie et al. 2016).

Werden diese Gesichtspunkte berücksichtigt, kann durchaus von einem gewinnbringenden Gesamtsystem gesprochen werden. Dennoch wird das Verhältnis zwischen monetärem Ertrag und Kosten in der öffentlichen Mobilität gegenwärtig und in der Zukunft ein Spannungsfeld bleiben. Deutschlandweit weist der ÖPNV einen defizitären Kostendeckungsgrad auf. So wird im Durchschnitt lediglich die Hälfte der tatsächlich verursachten Kosten auf den einzelnen Nutzer umgelegt. Mit länderspezifischen Förderungen beträgt der durchschnittliche Kostendeckungsgrad 76,3 %. Laut dem Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), welcher über 90 % der deutschen ÖPNV-Branche vertritt, beläuft sich der jährliche Investitionsbedarf auf 1,7 Milliarden Euro (Verband deutscher Verkehrsunternehmen 2018).

Eine systemische Herausforderung stellt die strukturelle Kleinteiligkeit des öffentlichen Personenverkehrs in Deutschland dar. Mit über 100 Tarif- und Verkehrsverbänden gleicht die ÖPNV-Landkarte einem Flickenteppich. In diesen Verkehrsverbänden kooperieren öffentliche Verkehrsgesellschaften sowie privatwirtschaftliche Verkehrsunternehmen. Dabei sind beispielsweise das Liniennetz, die Taktung und die Kapazitäten an die lokalen Anforderungen angepasst (Monheim und Monheim-Dandorfer 1991). Auf der einen Seite hat dieser Umstand durchaus eine plausible Rechtfertigung. Die Kleinteiligkeit

ermöglicht überhaupt eine zielführende Anpassung an die lokalen Gegebenheiten. Auf der anderen Seite steht sie in Konflikt mit der Zielstellung, dem Mobilitätsnachfrager ein nahtloses Mobilitätsangebot zur Verfügung stellen zu können. Im Vergleich zu anderen Ländern ist die Komplexität des ÖPNV-Angebots überdurchschnittlich hoch. Der Mobilitätsnachfrager muss sich beispielsweise nicht nur Gedanken machen, welche Linien er nehmen muss, um an sein gewünschtes Ziel zu kommen. Er muss sich auch Gedanken darüber machen, in welcher Tarifzone sich sein Ziel befindet. Liegt es möglicherweise sogar in einem anderen Verkehrsverbund, muss er nicht selten zwei Tickets für eine Fahrt bzw. einen signifikant höheren Beförderungspreis bezahlen.

Es gilt, den ÖPNV zeitgemäß aber auch zukunftsgerichtet weiterzuentwickeln. Darunter können eine effizientere Verzahnung der Verkehrsmodi, neue technologische Lösungen, aber auch innovative und kooperative Mobilitätskonzepte verstanden werden. Dieser Handlungsbedarf birgt Potenziale, die einer nachhaltigen und gesellschaftlichen Entwicklung zuträglich sind.

Aufgrund aktueller technologischer und gesellschaftlicher Umwälzungsprozesse, die auch als Megatrends bezeichnet werden, eröffnen sich gerade in diesen Entwicklungsströmen für die ÖPNV-Branche sowohl Chancen als auch Risiken.

In der Gesellschaft zeichnen sich ein nachhaltiger demografischer Wandel und eine zunehmende Urbanisierung ab. In diesem Kontext sind die Herausforderungen ebenso vielseitig wie die Menschen, die Mobilität nachfragen. Beispielsweise sind die Einwohnerzahlen in ländlichen Regionen seit Jahren rückläufig. Auf der Suche nach Arbeit verorten junge Menschen und Familien ihren Lebensmittelpunkt in urbanisierte Regionen, während die ältere Gesellschaft überwiegend in ländlich geprägten und mitunter strukturschwachen Gebieten zurückbleibt. Neben dem beruflich verursachten Pendlerverkehr ist auch der Schülerverkehr, das Standbein für ländliche öffentliche Mobilität, in vielen Regionen Deutschlands rückläufig. Mit zunehmender Urbanisierung sinkt die Mobilitätsnachfrage in ländlichen Regionen und mit ihr die Nutzerfinanzierung des lokalen öffentlichen Mobilitätsangebots (Neu 2015).

Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, müssten die Fahrpreise erhöht oder das Mobilitätsangebot eingeschränkt werden. Beide Maßnahmen könnten sinkende Nachfragezahlen zur Folge haben. Dieses auch als Abwärtsspirale bekannte Phänomen muss durch neue systemische Ansätze und Lösungen revidiert werden, um den bisherigen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Aufschwung in Deutschland auch in Zukunft flächendeckend gewährleisten zu können.

Im Bereich der Digitalisierung hat sich das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) im Rahmen eines strategischen Fahrplans der Möglichkeiten moderner Informations- und Kommunikationstechnologien angenommen. Die durch den Bund geförderte Digital Roadmap fokussiert in dieser Initiative multimodale Verkehrswegekettens, vereinfachte Tarifierung und Zahlungsmodalitäten sowie in Echtzeit verfügbare mobilitätsbezogene Informationen für Fahrgäste und Kunden (BMVI 2016). Automatisiertes Fahren ist im schienengebundenen Bereich eine alltäglich eingesetzte Technologie. Vollautomatisierte S- und U-Bahn-Systeme kommen bereits seit über 30 Jahren im Serienbetrieb zum Einsatz.

Mittlerweile werden in 15 europäischen Städten jährlich eine Milliarde Fahrgäste befördert. Im Jahre 2016 wurde die bislang längste automatisierte U-Bahn-Linie in der spanischen Metropole Barcelona eröffnet. Auf einer Streckenlänge von 30,6 Kilometern verbindet die U-Bahn den Flughafen „El Prat de Llobregat“ mit dem innerstädtischen Messegelände und befördert jährlich bis zu 130 Millionen Fahrgäste (UITP 2016).

Auf der Straße – d. h. schienenungebunden und im Mischverkehr mit anderen Verkehrsteilnehmern wie Auto- und Fahrradfahrern oder Fußgängern – steckt sie noch in den Kinderschuhen. Die Potenziale werden aber bereits heute als signifikant für die Zukunft nachhaltiger Mobilität eingeschätzt. Hier wird sich die ÖPNV-Branche sowohl als Profiteur als auch als Unterstützer positionieren.

## 1.2 Entwicklung des ÖPNV zum automatisierten Fahren

Die DB Regio Bus hat unter dem Ansatz „Attraktiver ÖPNV im ländlichen Raum“ ein umfassendes Zielsystem definiert, um Mobilitätsangebote nachhaltig und zielführend entwickeln zu können.

Die besondere Herausforderung ist dabei, die in Abb. 1.1 dargestellten Ziele in Einklang zueinander zu bringen. Je mehr diese miteinander konkurrieren, desto schwieriger



**Abb. 1.1** Attraktiver ÖPNV im ländlichen Raum. (Quelle: DB Regio Bus 2014)

wird es, eine für alle Beteiligte gewinnbringende Entwicklung und Integration neuer Mobilitätsangebote in das bereits bestehende Mobilitätskonzept zu erreichen.

Gerade im Kontext automatisierter Verkehrsmittel im ÖPNV stellt sich nicht nur die technologische Frage hinsichtlich Effizienz und Effektivität, sondern gleichermaßen nach den Möglichkeiten einer grundlegenden Erweiterung bzw. vernünftigen Ergänzung des bisherigen öffentlichen Mobilitätsangebots.<sup>1</sup> Mit Blick auf die momentan weltweit aufgesetzten Projekte kann vermutet werden, dass mehrheitlich kein unmittelbarer Ersatz bereits bestehender Verkehrsmodi, wie Busse oder Straßenbahnen, angestrebt wird. Vielmehr wird im automatisierten Shuttlebus das Potenzial gesehen, die öffentliche Mobilität bedarfsorientierter zu gestalten.

Der Neubau einer U-Bahn-Linie setzt in der Regel weitreichende Infrastrukturprojekte mit langfristigen Planungshorizonten voraus. Im Vergleich dazu könnte ein automatisierter Shuttlebus schnell und mit vergleichsweise kleinen Einschnitten in die Umwelt und in das Mobilitätsangebot integriert werden. So kann beispielsweise ein etablierter und funktionstüchtiger Sternbetrieb durch automatisierte Shuttlebusse ergänzt werden, die bedarfsorientiert als Tangentialverbindungen und Zubringer fungieren. Diese würden dann die stark frequentierten Stammstrecken entlasten, da Verbindungen effizienter gewählt werden können. Der Mobilitätsnachfrager müsste zudem nicht mehr erst bis ins Zentrum einer Stadt oder zu einem großen Verkehrsknotenpunkt fahren, um dort in die seinem Ziel nahe liegend verlaufende Stammstrecke umzusteigen.

Grundsätzlich sind mehrere Anwendungsfelder eines automatisierten Shuttlebusses im Öffentlichen Personennahverkehr denkbar. Dabei können aus marginal anmutenden Optimierungen einzelner Punkte oder Teilstrecken drastische Effekte auf das Gesamtsystem oder sogar auf die lokale Attraktivität eines Mobilitätsangebots resultieren (Verband deutscher Verkehrsunternehmen 2015).

Weitläufige Wohn- und Gewerbegebiete könnten durch den Einsatz automatisierter Shuttlebusse effizient erschlossen und besser angebunden werden. Halb öffentliche Gelände, wie großräumige Krankenhauszentren oder Universitäts- und Forschungscampus, gewinnen durch eine umweltfreundliche und bedarfsorientierte Fortbewegungsmöglichkeit an Attraktivität.

Ein weiterer Baustein für einen zukunftssicheren ÖPNV ist die Steigerung der räumlichen und zeitlichen Verfügbarkeit. Geringer nachgefragte Quell-Ziel-Verkehre erfordern einen bedarfsorientierten und effizienten ÖPNV-Betrieb. Gerade in ländlichen Räumen und außerhalb der hoch frequentierten Betriebszeiten ist es schwierig, öffentliche Mobilität flexibel und kostengünstig anbieten zu können. Hier kann der automatisierte Shuttlebus als kosteneffiziente Lösung fungieren. Des Weiteren hat sein Einsatz das Potenzial, den ÖPNV zu individualisieren und so für ein zeitgemäßes Reiseerlebnis zu sorgen (UITP 2017).

---

<sup>1</sup> i. A.: Übergeordnete, forschungsleitende Fragestellung der DB Regio Bus hinsichtlich des Pilotbetriebs eines automatisierten Shuttlebusses in Bad Birmbach.

### 1.2.1 Entwicklungspfade des autonomen Fahrens

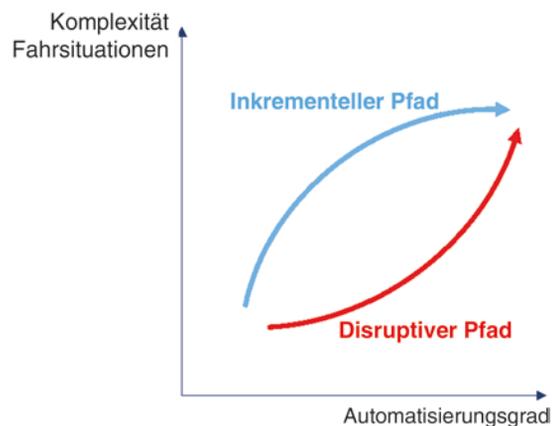
Auf technologischer Ebene ist das automatisierte Fahren – so wie es oftmals dargestellt wird – bislang noch nicht serienreif. Die potenziellen Umwälzungsprozesse, die von dieser Technologie ausgehen könnten, sind immens bis noch nicht absehbar. Ebenso groß sind auch die gesetzlichen, technischen, technologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Herausforderungen (Maurer et al. 2015).

Für die Zukunft können zusammenfassend zwei unterschiedliche Entwicklungspfade als wahrscheinlich bzw. unwahrscheinlich angesehen werden (Abb. 1.2). Aus heutiger Sicht ist es sinnvoll, dabei das Verhältnis zwischen dem Automatisierungsgrad und der Komplexität verschiedener Fahrsituationen zu betrachten:

- Der disruptive Pfad beschreibt eine Technologiedurchdringung mit großem Automatisierungsgrad bei hoher Komplexität der jeweiligen Fahrsituation.
- Der inkrementelle Pfad beschreibt eine sukzessiv fortschreitende Technologiedurchdringung, die in einzeln definierten Systemgrenzen erprobt und daraufhin weiterentwickelt wird. Die Systemgrenzen weiten sich über Jahre hinweg weiter aus, bis der Automatisierungsgrad bei 100 Prozent liegt und von der Komplexität der jeweiligen Fahrsituation unabhängig ist (International Transport Forum 2015).

In diesem Kontext muss angemerkt werden, dass der mögliche Entwicklungspfad ein Produkt aus technischer und technologischer Machbarkeit, gesellschaftlicher Akzeptanz und wirtschaftlicher Sinnhaftigkeit darstellt. Allein aus technologischer Sicht ist beispielsweise ein 5G-Mobilfunknetz eine maßgebliche, wenn auch nicht zwingende Voraussetzung für das automatisierte Fahren. Die erforderliche Rechenleistung der Hardware variiert direkt mit der Komplexität der Fahrsituation. Der schwedische Automobilhersteller Volvo hat für sein Projekt zum autonomen Fahren bereits im Jahre 2016 mit acht Terraflops gerechnet. Diese Einheit stellt die durch die CPU-Kerne in einer Sekunde durchführbaren

**Abb. 1.2** Entwicklungspfade der Technologie „Autonomes Fahren“. (Quelle: Verband deutscher Verkehrsunternehmen 2015)



Operationen dar. Im Falle von Volvo wären 150 MacBook Pros der Firma Apple notwendig, um diese Leistung in einem einzigen Fahrzeug zu erzielen. Selbst die Hälfte ist weit mehr, als ein umweltfreundliches Vehikel aus Gewichts- und Platzgründen aufnehmen kann. Eine Lösung ist das Verorten der Rechenleistung in eine performante Cloud-Architektur. Die Basis hierfür könnte wiederum das besagte 5G-Mobilfunknetz darstellen, das unter anderem die erforderliche Datenübertragungsgeschwindigkeit gewährleisten kann (Harl 2016). Prinzipiell hängt die Technologie des autonomen Fahrens nicht direkt mit der des neuen Mobilfunkstandards zusammen. Letzteres kann die Durchdringung der Autonomie-Level aber auf sicherheitskritischer Ebene unterstützen und daher beschleunigen.

Anhand aktueller und medienwirksamer Diskussionen hinsichtlich der Verfügbarkeit dieses Netzstandards ist ersichtlich, dass für den Einsatz automatisierter Shuttlebusse erst noch Voraussetzungen geschaffen werden müssen.

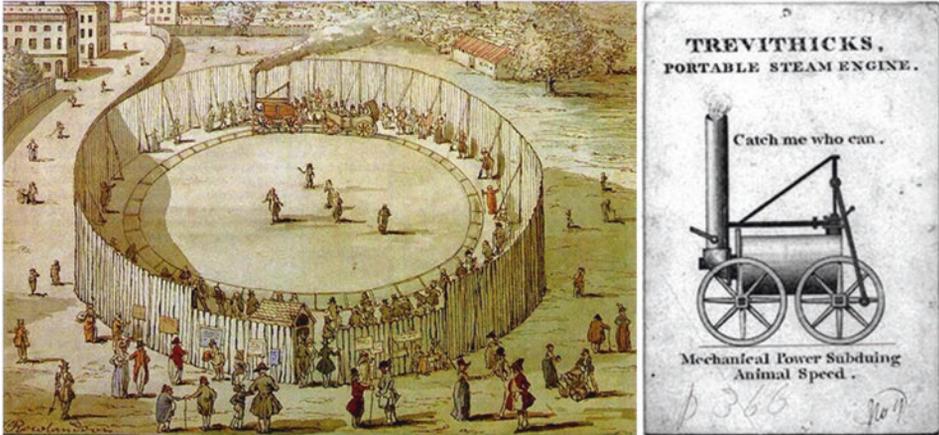
Nichtsdestotrotz unternehmen Mobilitätsdienstleister – darunter auch die DB Regio Bus – wichtige Schritte, um zielführende Einsatzgebiete und zur Verbesserung von Mobilitätskonzepten geeignete Anwendungsfelder zu identifizieren. Der Serienbetrieb eines automatisierten Shuttlebusses im ÖPNV zeigt dabei, dass der Kontext „Autonomes Fahren im ÖPNV“ weitergehende intensive Pionierarbeit erfordert.

In diesem Kontext kann der Pilotbetrieb des Shuttlebusses in Bad Birnbach als ein Schritt entlang des inkrementellen Pfads bezeichnet werden. Das Testfeld ist klar abgetrennt und teilt sich in zwei Teile, wobei der erste und flächenmäßig kleinere Teil die Basis für die anfängliche Testphase bildet. Erst im Zuge eines zuverlässigen Betriebs des Shuttlebusses wird das zweite, das Einsatzfeld vergrößernde, Teilstück freigegeben. Durch die definierten Systemgrenzen wird die große Bandbreite an möglichen Herausforderungen begrenzt. Mit dieser Vorgehensweise ist eine risikoarme und tief greifende Erforschung und Entwicklung des autonomen Fahrens als Technologie gewährleistet.

## 1.2.2 Meilensteine neuartiger Technologien im ÖPNV

Der Erfolg innovativer Technologien hängt maßgeblich von einer Vielzahl von Umweltfaktoren ab. Die in diesem Sammelband vorgestellte Begleitforschung des Leuchtturmprojekts in Bad Birnbach zeigt die Bereiche auf, die über den Erfolg oder Misserfolg einer neuen Technologie als entscheidende Hebel im Kontext neuer Mobilitätsangebote untersucht werden müssen. Mit einem Blick in die Vergangenheit können hier durchaus Parallelen und Präzedenzfälle entdeckt werden.

Bereits im Jahre 1808 wählte der britische Ingenieur Richard Trevithick einen vergleichbaren Ansatz. Mit der „Catch me who can“, der weltweit ersten kommerziell betriebenen Dampflokomotive, wollte der Erfinder die Bevölkerung durch ihre eigenen Erfahrungen von seinem Werk überzeugen. Hierfür baute er auf dem Torrington Square in London einen abgeschirmten Parcours in Form eines Kreises auf und lud Passanten ein, auf seinem Gefährt für einen Schilling mitzufahren (Abb. 1.3). Mit der Geschwindigkeit



**Abb. 1.3** Die „Catch me who can“ von Richard Trevithick und Eintrittskarte. (Quelle: European Route of Industrial Heritage 2019)

von 19 km/h gehörte die Lokomotive für damalige Verhältnisse bereits zu den schnelleren Fortbewegungsmitteln. Nach zwei Betriebsmonaten wurde das Projekt eingestellt, da die Schienen nicht für das acht Tonnen schwere Unikat ausgelegt waren. Nichtsdestotrotz haben sowohl die Lokomotive als auch die Antriebstechnologie „Dampfmaschine“ einen Pfad geebnet, der zuvor undenkbar gewesen war. Mit diesen zwei Schlüsselinnovationen wurde die Industrialisierung der Erdkugel überhaupt erst möglich (European Route of Industrial Heritage 2019).

Ein weiteres Beispiel aus jüngerer Geschichte ist im Hochgeschwindigkeitszug Transrapid zu sehen. Die aus einer Kooperation zwischen der Siemens AG und der Thyssen-Krupp Transrapid GmbH resultierende Entwicklung ist eine für Hochgeschwindigkeit ausgelegte Magnetschwebbahn. Mit einer Entwicklungszeit von circa 22 Jahren glich das Mammutprojekt damit in etwa dem zeitlichen Aufwand für die Entwicklung des europäischen Kampfflugzeugs Eurofighter Typhoon.

Im Unterschied zur konventionellen Eisenbahn berührt der Transrapid nicht seinen Verkehrsträger. Magnete sorgen hier für eine berührungslose Verbindung zwischen Bahn und „Schiene“ (Abb. 1.4). Durch diese Technologie konnte die Reibung derart reduziert werden, dass der Transrapid unabhängig von Auslastung und Gewicht über 500 km/h schnell sein konnte. Aus fahrphysikalischer Sicht wies er kurzum weitaus bessere Kennzahlen auf als alles Vergleichbare.

Trotzdem entfachte sich eine kontroverse Diskussion über mögliche Einsatzfelder im Öffentlichen Personenverkehr. Beispielsweise war man sich über den Ressourcen- und Energieverbrauch uneins. Besonders im Vergleich zum ICE, dem größten innerdeutschen Konkurrenzprodukt, konnte man sich nicht auf einen gemeinsamen Konsens einigen. Des Weiteren war die erforderliche Versiegelung der Landschaft ein großes Manko an der notwendigen Bahninfrastruktur, um den Transrapid überhaupt betreiben zu können. Die auf



**Abb. 1.4** Transrapid TR09 als künftige Konferenzzone in Notrup. (Quelle: [www.industriedenkmal.de](http://www.industriedenkmal.de))

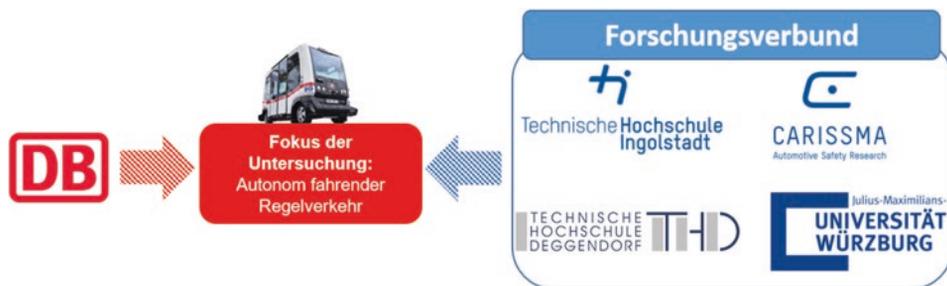
Stelzen geplante Magnetschwebbahn benötigt große Radien, um ihr Geschwindigkeitspotenzial ausschöpfen zu können. Gerade in urbanisierten Regionen stellt dieser Faktor ein fundamentales Problem dar. Darüber hinaus hatte die Rekordbahn mit fehlender gesellschaftlicher Akzeptanz und Finanzierungslücken zu kämpfen (Süddeutsche Zeitung 2010).

Im Laufe der Zeit gab es oft Bestrebungen, die Technologie für spezifische Zubringerstrecken einzusetzen, wie beispielsweise die Verbindung zwischen dem Münchener Hauptbahnhof und dem Flughafen Franz-Josef-Strauß, welcher 40 km östlich der bayerischen Landeshauptstadt entfernt liegt. Bis eine dieser Bestrebungen vielleicht doch noch umgesetzt wird, ist in der chinesischen Metropole Shanghai die einzige in Serie betriebene Magnetschwebbahn der Welt in Betrieb (Deutscher Bundestag 2016).

Der wohl größte Unterschied zu Trevithicks Dampflokomotive und dem Transrapid liegt beim automatisierten Shuttlebus im Offensichtlichen. Der in Bad Birnbach betriebene Shuttlebus grenzt sich äußerlich nicht so stark vom gewohnten Straßenbild ab. Die aktuell verborgene Technologie birgt aber womöglich eine ebenso disruptive Ausprägung wie die „Catch me who can“ aus dem Jahre 1808.

Eine Level-5-Autonomie, die als größte Evolutionsstufe automatisierter Fahrfunktionen definiert ist, erfordert keinen Fahrer oder Operator, der im Zweifel in die Fahrstrategie eingreifen könnte. (Kap. 5, Kolb et al.). Dieser Umstand führt zu mehreren Fragestellungen, die bisweilen nicht umfassend und wissenschaftlich fundiert beantwortet werden können:

Wie kann grundsätzlich eine hochkomplexe Technologie wie das automatisierte Fahren gewinnbringend in das aktuelle Mobilitätsgeschehen integriert werden? Ist ein Mischverkehr aus konventionellen und automatisierten Fahrzeugen überhaupt sinnvoll? Eignet sich der motorisierte Individualverkehr oder der Öffentliche Personennahverkehr besser für die Integration dieser Technologie? Wie kann eine erklärungsbedürftige Technologie Akzeptanz in der Gesellschaft erfahren?



**Abb. 1.5** Forschungskonsortium des Pilotprojekts Bad Birnbach. (Quelle: eigene Darstellung)

Die DB Regio Bus nimmt hier als einer der größten europäischen Mobilitätsdienstleister eine Pionierrolle ein. Im Rahmen der in diesem Sammelband vorgestellten Ergebnisse der Begleitforschung werden Möglichkeiten und Herausforderungen identifiziert, die der Einsatz von autonomen Fahrzeugen im Regelverkehr als Teil des ÖPNV mit sich bringt. Für eine wissenschaftliche Untersuchung wurde ein Forschungskonsortium gebildet, das auf eine Vielzahl an Fragestellungen tiefergehend eingeht. Neben der DB Regio Bus als Verkehrsplanungsinstanz widmeten sich die in Abb. 1.5 dargestellten Institutionen dieser Aufgabe.

## Literatur

- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016) Digital Roadmap – Akteure des Dialog- und Stakeholderprozesses im Rahmen der Initiative Digitale Vernetzung im Öffentlichen Personenverkehr
- Daubitz S (2011) Mobilität und Armut – Die soziale Frage im Verkehr. In: Schwedes O (Hrsg) Verkehrspolitik. Eine interdisziplinäre Einführung, Wiesbaden, S 181–193
- Deutscher Bundestag (2016) Magnetschwebebahn – Aktuelle Anwendungen der Technologie in Deutschland. Sachstand, Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag. URL: <https://www.bundestag.de/blob/428162/fbb89cc083366a17a6d0e636593d61fd/wd-8-038-16%2D%2Dpdf-data.pdf> (20.02.2019)
- European Route of Industrial Heritage (2019) Richard Trevithick, Biographie, Creative Europe Programme of the European Union. URL: <https://www.erih.de/wie-alles-begann/geschichten-von-menschen-biografien/biografie/show/Biografies/trevithick/> (20.02.2019)
- Harl N (2016) Eine Rechenleistung wie 150 Apple MacBook Pros, Süddeutsche Zeitung, Ausgabe: 27.03.2016. URL: <https://www.sueddeutsche.de/auto/autonomes-fahren-mehr-hirn-fuer-den-autonomen-chauffeur-1.2909300-2> (20.02.2019)
- International Transport Forum (2015) Automated and autonomous driving. Regulation under uncertainty. Organisation for Economic Co-operation and Development, S 5 ff
- Knie A, Lenz B, Nobis C, Nowack F, Giesel F, Blümel H, Bayerische Motoren Werke (2016) Wirkung von E-Car Sharing Systemen auf Mobilität und Umwelt in urbanen Räumen (WiMobil). Abschlussbericht, BMW AG und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, München

- Koch M (2018) Potenziale der Verkehrsverlagerung vom MIV zum ÖPNV: Beispielhafte Analyse von Park-and-Ride-Anlagen und Mobilitätsverhalten von Pendlern im Raum Jena. Oberkochener Medienverlag, Oberkochen
- Maertins C (2006) Die intermodalen Dienste der Bahn: mehr Mobilität und weniger Verkehr? Wirkungen und Potenziale neuer Verkehrsdienstleistungen. Working Paper, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin
- Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (2015) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Berlin/Heidelberg
- Monheim H, Monheim-Dandorfer R (1991) Straßen für alle. Analysen und Konzepte zum Stadtverkehr der Zukunft. Rasch & Röhring, Hamburg
- Neu C (2015) Urbanisierung, Peripherisierung und Landflucht 3.0 – Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Veränderung von Stadt und Land im demografischen Wandel. In: Herbert Quandt Stiftung (Hrsg) Eichert C (Hrsg), Löffler R (Hrsg) (2015) Landflucht 3.0. Welche Zukunft hat der ländliche Raum? Freiburg
- Statistisches Bundesamt (2018) Personenverkehrsstatistik 2018 in Deutschland. Pressemitteilung Nr. 355 vom 20.09.2018. URL: [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2018/09/PD18\\_355\\_461.html;jsessionid=4B3E55A99ADFBF06002286074204E103.InternetLive1](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2018/09/PD18_355_461.html;jsessionid=4B3E55A99ADFBF06002286074204E103.InternetLive1) (20.02.2019)
- Süddeutsche Zeitung (2010) Der Transrapid – eine lange Geschichte. Süddeutsche Zeitung, Ausgabe: 17.05.2010. URL: <https://www.sueddeutsche.de/muenchen/chronik-der-transrapid-eine-lange-geschichte-1.740074> (20.02.2019)
- UITP Observatory of Automated Metros (2016) Statistics Brief – World Metro Automation 2016. Union Internationale des Transports Publics
- UITP (2017) Autonomous vehicles: A potential game changer for urban mobility. Policy Brief, Union Internationale des Transports Publics
- Verband deutscher Verkehrsunternehmen (2015) Zukunftsszenarien autonomer Fahrzeuge – Chancen und Risiken für Verkehrsunternehmen. Positionspapier, VDV. URL: <https://www.vdv.de/position-autonome-fahrzeuge.pdf> (20.02.2019)
- Verband deutscher Verkehrsunternehmen (2018): Statistik 2017. VDV-Statistik 2017, S 59–78. URL: <https://www.vdv.de/statistik-jahresbericht.aspx> (20.02.2019)

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

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

