




Abschlusspublikation

 Begleit- und Wirkungsforschung zum automatisierten und vernetzten Fahren auf dem TAF BW mit Schwerpunkt auf verkehrlichen Wirkungen


TESTFELD AUTONOMES FAHREN

gefördert durch



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR VERKEHR

Inhaltsverzeichnis

1. Management Summary	4
2. Einleitung	5
3. Zentrale Ergebnisse	8
3.1 Kernbereich „Verkehrliche Wirkungen“	8
3.2 Kernbereich „Rechtsrahmen und Datenschutz“	15
3.3 Kernbereich „Gesellschaft“	17
3.4 Kernbereich „Technologie und Betreiberkonzept“	20
4. Zusammenfassung und Weiterentwicklungsmöglichkeiten	24
Abbildungsverzeichnis	26
Impressum	27

1. Management Summary

Von 2017 bis 2021 förderte das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg Konzeption, Planung und Aufbau des Testfelds Autonomes Fahren Baden-Württemberg (TAF BW) in Karlsruhe, Bruchsal und Heilbronn mit rund 2,9 Millionen Euro. Flankierend kam gemeinsam mit dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg das Forschungsprogramm Smart Mobility mit einem Gesamtvolumen von weiteren 2,5 Millionen Euro Förderung hinzu, in dessen Rahmen sich fünf Projekte transdisziplinär mit dem Thema autonomes Fahren auseinandersetzten und dabei zum Teil auch das TAF BW nutzten. Begleitet wurden der Aufbau des TAF BW und die fünf Smart-Mobility-Projekte durch das Projekt Begleit- und Wirkungsforschung zum automatisierten und vernetzten Fahren auf dem TAF BW mit Schwerpunkt auf verkehrlichen Wirkungen (bwirkt).

Das Projekt bwirkt untersuchte vier Kernbereiche:

- Verkehrliche Wirkungen
- Gesellschaft
- Rechtsrahmen und Datenschutz
- Technologie und Betreiberkonzept

In den vier Kernbereichen wurden unter Einsatz unterschiedlicher Methoden und Forschungsansätze aus verschiedenen Disziplinen folgende zentrale Erkenntnisse erzielt:

→ Das TAF BW ist eine nach dem Prinzip eines Reallabors konzipierte Forschungs- und Testumgebung und bietet eine gute Grundlage für die Erforschung unterschiedlicher Fragestellungen, sowohl im technologischen Bereich als auch in Bezug auf verkehrliche Wirkungen, gesell-

schaftliche Akzeptanzfragen und rechtliche Rahmenbedingungen.

- Eine ergänzende technologische Erweiterung zur Bearbeitung und Erforschung zusätzlicher Fragestellungen erscheint sinnvoll.
- Mit Blick auf die verkehrlichen Wirkungen des autonomen Fahrens zeigen sich mögliche Konflikte zwischen Komfort- und Leistungsfähigkeitsansprüchen auf. Gerade im öffentlichen Verkehr sind vielfältige positive Effekte zu erwarten.
- Die Herausforderung in Bezug auf die Anpassung des Rechtsrahmens und Datenschutzfragestellungen besteht vor allem in der Harmonisierung der Anliegen des Datenschutzes mit Wettbewerbsaspekten sowie Forschungsinteressen im Hinblick auf den Datenzugang.
- Der Kernbereich Gesellschaft verdeutlicht die hohe Relevanz reallaborbasierter, partizipativer Forschungsansätze. So sind aktiv Schnittstellen zur Öffentlichkeit zu schaffen, um den Umgang mit automatisierten Mobilitätsformen zu normalisieren und zur Gewohnheit zu machen.
- Der Kernbereich Technologie und Betreiberkonzept verdeutlicht, dass das TAF BW, auch im Vergleich zu anderen Testfeldern in Deutschland, sehr innovativ und umfassend aufgestellt ist. Der Leistungskatalog bietet einen sehr guten Einstiegspunkt, ist aber durchaus noch ausbaubar.



2. Einleitung

Die Forschung im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens hat in den vergangenen Jahren große Fortschritte gemacht. Fahrzeuge mit den Automatisierungslevel 2¹ (teilautomatisiertes Fahren) und Level 3 (hochautomatisiertes Fahren) nach den Stufen des autonomen Fahrens (siehe

Abbildung 1) erhalten bereits Zulassungen für ausgewählte Straßenverkehrssituationen.² Die Automatisierungslevel 4 (vollautomatisiertes Fahren) und Level 5 (autonomes Fahren) sind jedoch weiterhin im Forschungs- und Erprobungsstatus (vgl. Abbildung 1).

¹ SAE International, „Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles“ (J3016_202104), https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/

² <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/autonomes-fahren/technik-vernetzung/autonomes-fahren-staupilot-s-klasse/>

Stufen	 Funktion Fahrer	Funktion System 
0 Rein manuell	Dauerhafte gesamte Fahrzeugführung.	
1 Assistiert	Dauerhafte Quer- oder Längsführung.	Jeweils andere Fahraufgabe wird in gewissen Grenzen vom System ausgeführt.
2 Teil-automatisiert	Dauerhafte Systemüberwachung und dauerhafte Bereitschaft zur Übernahme.	Das System übernimmt Quer- und Längsführung für einen gewissen Zeitraum in spezifischen Fahrsituationen.
3 Hoch-automatisiert	Keine dauerhafte Systemüberwachung erforderlich. Bei Bedarf Übernahme mit ausreichender Zeitreserve.	Das System übernimmt Quer- und Längsführung für einen gewissen Zeitraum in spezifischen Fahrsituationen. Verlängerter Übergabezeitraum.
4 Voll-automatisiert	Keine dauerhafte Systemüberwachung erforderlich.	Das System übernimmt Quer- und Längsführung für einen gewissen Zeitraum in spezifischen Fahrsituationen. Rückführung in risikominimalen Zustand durch System.
5 Autonom		Das System übernimmt Quer- und Längsführung vollständig. Das System ist in allen Situationen in der Lage, das Fahrzeug sicher zu steuern. Das Fahrzeug kommt ganz ohne Fahrer aus.

Quelle: e-mobil BW, 2015 in Anlehnung an BAST und vda

Abbildung 1: Die sechs Stufen des automatisierten Fahrens

Technologien zu testen und die Wirkungen der Forschungsergebnisse auf den regulären Straßenverkehr und die Gesellschaft abzuschätzen, hat daher eine große Bedeutung. Testfelder wie das Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg (TAF BW) nehmen eine Schlüsselrolle ein, denn sie bieten die Möglichkeit, Forschungsergebnisse unter Realbedingungen zu testen und damit den letzten Schritt zur Übertragung der Forschungsergebnisse in die Praxis zu gehen. So können Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Rahmen des TAF BW, eines Reallabors für innovative Mobilitätskonzepte, ihre Anwendungen, Technologien und Dienstleistungen rund um das automatisierte und vernetzte Fahren im realen Straßenverkehr erforschen. Die Teststrecken umfassen dabei im Unterschied zu anderen Projekten in Deutschland alle Arten von öffentlichen Straßen und erstrecken sich zwischen Karlsruhe, Bruchsal und Heilbronn. Betrieben wird das Testfeld vom Karlsruher Verkehrsverbund (KVV), der das Testfeld auch selbst nutzt, um neue Formen des öffentlichen Personennahverkehrs, z. B. mit autonom fahrenden Mini-Bussen, zu erproben. Nach erfolgreichem Abschluss des Aufbaus wird das TAF BW auch nach der Förderphase weiterbetrieben und befindet sich gegenwärtig in der Verstetigungsphase.

Das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg hat frühzeitig die Bedeutung von realen Experimentierräumen sowie das Innovationspotenzial der verschiedenen Akteur*innen im Land erkannt: im Zeitraum von Oktober 2017 bis November 2021 wurden die Konzeption, die Planung und der Aufbau des TAF BW mit rund 2,9 Millionen Euro gefördert. Ergänzend hinzu kam das Förderprogramm Smart Mobility ([SMART MOBILITY Ein Forschungsprogramm zum autonomen Fahren in Baden-Württemberg](#)) gemeinsam mit dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg mit weiteren rund 2,5 Millionen Euro Förderung.

Im Rahmen von Smart Mobility wurden fünf Projekte gefördert, die sich transdisziplinär mit dem Thema autonomes Fahren auseinandersetzen und dabei zum Teil auch das TAF BW nutzen. Die komplexen Fragestellungen erstreckten sich dabei vom Zusammenspiel zwischen autonomen Fahrzeugen und Fußgänger*innen/Radfahrer*innen über intelligentes Parkhausmanagement und Steuerungsinstrumente kommunaler Verkehrspolitik bis hin zu rechtlichen Aspekten bei der Zulassung autonomer Fahrzeuge.

Begleitet wurden der Aufbau des TAF BW und die fünf Smart-Mobility-Projekte durch das Projekt Begleit- und Wirkungsforschung zum automatisierten und vernetzten Fahren auf dem TAF BW mit Schwerpunkt auf verkehrlichen Wirkungen (bwirkt). Gefördert durch das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg hat das Konsortium, bestehend aus dem FZI Forschungszentrum Informatik, dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und der Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg e-mobil BW GmbH, sich im Zeitraum 1. Januar 2019 bis 30. September 2022 mit den verkehrlichen, technologischen, gesellschaftlichen und rechtlichen Wirkungen von Anwendungen auf dem TAF BW sowie den daraus ableitbaren Implikationen für die Weiterentwicklung des TAF BW beschäftigt (siehe Abbildung 2).

Im Einzelnen befasste sich das Projekt bwirkt mit folgenden Kernbereichen.

→ **Verkehrliche Wirkungen:** Die Analyse der verkehrlichen Wirkungen stand im Mittelpunkt des Projekts und lieferte Aussagen sowohl zu den verkehrsflussseitigen als auch zu den verkehrsnachfrageseitigen Wirkungen. Hierzu gehörte u. a. auch die Untersuchung der Nutzungsmuster des EVA-Shuttle. Im Rahmen dieses durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) geförderten Forschungsprojekts wurde ein autonom fahrender



Abbildung 2: Thematische Übersicht der Begleit- und Wirkungsforschung „bwirkt“

Mini-Bus zur Erschließung der letzten Meile für ÖPNV eingesetzt (EVA-Shuttle).

- **Gesellschaft:** Unter der Perspektive der gesellschaftlichen Wirkungen wurden die Anforderungen und Bedürfnisse zukünftiger Nutzer*innen in Bezug auf das automatisierte und vernetzte Fahren analysiert sowie darauf basierend öffentlichkeitswirksame, zielgruppengerechte Kommunikationsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt.
- **Rechtsrahmen und Datenschutz:** Die Betrachtung des Rechtsrahmens und des Datenschutzes erfolgte mit Fokus auf die Themen Straßenverkehrsrecht, Datenschutzrecht und Haftungsrecht im Hinblick auf das Betreiberkonzept eines Testfelds.
- **Technologie und Betreiberkonzept:** Im Rahmen dieses Kernbereichs wurden sowohl die technologische Infrastruktur des TAF BW sowie das Betreiberkonzept eingehend analysiert und mit der Infrastruktur anderer Test-

felder verglichen. Zudem wurde eine Bewertung des Leistungskatalogs durchgeführt, in der sowohl die Erwartungen der Zielgruppe als auch die Herausforderungen bei der Nutzung des Leistungskatalogs erhoben wurden.

Methodisch wurden im Rahmen von bwirkt (agentenbasierte) Simulationsmodelle, (Online-)Umfragen, Design Thinking Workshops sowie Expert*innen-Interviews eingesetzt, um die unterschiedlichen Wirkungsbereiche des automatisierten und vernetzten Fahrens detailliert zu beleuchten. Als Ergebnis der umfangreichen Untersuchungen konnte das Konsortium Aussagen treffen, für welche Zwecke das TAF BW besonders gut geeignet und an welchen Stellen das Potenzial des TAF BW noch ausbaufähig ist. Darüber hinaus wurde abgeleitet, welche Schritte zur Weiterentwicklung des TAF BW beitragen können und welche Unterstützungsmaßnahmen seitens der Politik und der Gesetzgeber für die Weiterentwicklung des automatisierten und vernetzten Fahrens dienlich sein können.

3. Zentrale Ergebnisse

3.1 Kernbereich „Verkehrliche Wirkungen“

Wie wirkt sich der Einsatz autonomer Fahrzeuge auf die Straßenkapazität und das Abstandsverhalten aus? Welche Veränderungen sind durch die Nutzung autonomer Fahrzeuge in Bezug auf die Verkehrsmittelwahl und zurückgelegter Wegelängen privater Pkw zu erwarten? Diesen und weiteren Fragen wurde im Rahmen des Kernbereichs „Verkehrliche Wirkungen“ nachgegangen. Im Fokus standen insbesondere zwei Fragestellungen, nämlich einerseits die Untersuchung des Verkehrsflusses und andererseits die Analyse der Verkehrsnachfrage beim Einsatz autonomer Fahrzeuge im Straßenverkehr. Im ersten Fall – dem Verkehrsfluss – sollten Aussagen dazu getroffen werden, ob sich mit autonomen Fahrzeugen positive Effekte auf die Straßenkapazitäten erzielen lassen, wobei die Ergebnisse gezeigt haben, dass sich eine solche Aussage nicht pauschal treffen lässt. Bei der Verkehrsnachfrage ging es neben der Analyse möglicher Veränderungen in der Verkehrsmittelwahl auch um die Untersuchungen innovativer Mobilitätsdienstleistungen mit Einbindung autonomer Fahrzeuge als Teil des ÖPNV-Konzepts. Auch hier waren teilweise keine eindeutigen Aussagen hinsichtlich der Veränderungen bei der Verkehrsmittelwahl möglich. Vielmehr wurde festgestellt, dass die Verkehrsmittelwahl sowohl bei privaten autonomen Fahrzeugen als auch bei der Nutzung des ÖPNV stark von den jeweiligen Zielgruppen abhängig ist.

Die detaillierten Ergebnisse sowie die eingesetzten Methoden werden im Folgenden ausführlicher vorgestellt.

Verkehrsflussseitige Wirkungen

Autonom fahrende Fahrzeuge (Level 5 der Stufen des automatisierten Fahrens) sollen selbstständig fahren und mit anderen Fahrzeugen kommunizieren können, wodurch ein gleichmäßigerer Verkehrsfluss erreicht werden kann. Das wird häufig verbunden mit der Hoffnung, dass auch die Straßenkapazitäten steigen, das heißt, dass mehr Fahrzeuge über die vorhandenen Straßen abgewickelt werden können. Eine steigende Anzahl autonom fahrender Fahrzeuge werde voraussichtlich auf Fernstraßen für eine gesteigerte Kapazität sorgen, was bereits in einigen Studien gezeigt werden konnte.³ Die Wirkungen von autonomen Fahrzeugen in urbanen Gebieten sind jedoch bisher kaum erforscht. Mittels einer Simulationsstudie konnte das Projekt wichtige Erkenntnisse erzielen und damit einen Beitrag zu dieser Diskussion leisten.

Im Rahmen von bwirt wurde der Verkehrsfluss auf einem typischen innerstädtischen Knotenpunkt (Einmündung), der mit einer Ampel (Lichtsignalanlage: LSA) geregelt wird, mit einer Verkehrsflusssimulation modelliert.⁴ Der Verkehr auf dem Knotenpunkt bestand in der Simulation aus konventionellen und autonom fahrenden Fahrzeugen in unterschiedlichen Anteilen. Bei den autonomen Fahrzeugen wurde zum einen berücksichtigt, dass die Abstände zwischen den Fahrzeugen im Stillstand und bei der Fahrt geringer ausfallen können. Zum anderen wurde berücksichtigt, dass die Fahrzeuge aufgrund von Car-to-Infrastructure-Kommunikation

³ Zum Beispiel: Krause et al. 2017.

⁴ Zugrunde gelegtes Modell: Vortisch; Buck; Leyn; Baier; Schuckließ; Schimpf; Schmotz (2020): Konzept zur Bewertung des Verkehrsablaufs an Knotenpunkten mit und ohne LSA.

(C2I) schneller als der Mensch auf den Wechsel der LSA von Rot nach Grün reagieren. Darüber hinaus wurden Komfortanforderungen der Insassen an das Fahrzeug beachtet. Diese ergaben sich aus dem Ziel, dass es in den Fahrzeugen möglich sein soll, sich anderen Tätigkeiten zu widmen (zum Beispiel Lesen), ohne dabei Beeinträchtigungen des Wohlbefindens erleiden zu müssen. Um das zu erreichen, müssen bei den autonomen Fahrzeugen im Vergleich zu von Menschen selbst gefahrenen Fahrzeugen geringere Werte für Längs- und Querbeschleunigung angesetzt werden; vor allem für das Anfahren und Bremsen sowie für die Geschwindigkeit in Kurven. Die Eingangswerte für die Simulation wurden aus der Literatur und einem Expertengespräch abgeleitet.

Die Simulationen zeigten folgende Ergebnisse, die teils auch in Abbildung 3 dargelegt sind: Mit steigendem Anteil autonomer Fahrzeuge erhöhen sich die mittleren Verlustzeiten und die Kapazität des Knotenpunktes sinkt leicht. Aufgrund von Wechselwirkungen des Fahrverhaltens zwischen den konventionellen und autonomen Fahrzeugen steigen diese Wirkungen dabei nicht linear mit steigender Durchdringung durch autonome Fahrzeuge, sondern oszillieren. In der Detailanalyse zeigt sich darüber hinaus, dass die Ursache dafür an erster Stelle in der reduzierten Längsbeschleunigung und an zweiter Stelle an der reduzierten Querbeschleunigung liegt.

Insgesamt gibt es zwar aufgrund des Platooning und der C2I-Kommunikation positive Wirkungen für Verlustzeiten und Kapazitäten. Jedoch werden diese Wirkungen überlagert durch die negativen Wirkungen, die durch die reduzierten Beschleunigungen entstehen. Anders gesagt: Die Begrenzung

der Kurvengeschwindigkeiten, Beschleunigung und Verzögerung von autonomen Fahrzeugen zur Sicherstellung des Passagierkomforts können nicht durch kürzere Reaktionszeiten oder geringere Abstände beim Folgefahren und im Stillstand kompensiert werden. Zentral für die Wirkungen autonomer Fahrzeuge auf den innerstädtischen Verkehrsfluss ist daher die Frage, welche Bedeutung Komfortanforderungen beim autonomen Fahren haben. Derzeit sorgt soziale Kontrolle dafür, dass die Fahrer*innen mit den Autos nicht zu langsam anfahren beziehungsweise nicht zu langsam durch Kurven fahren. Sobald dieser Aspekt wegfällt, da es keine aktiv fahrende Person mehr gibt und es außerdem gewünscht sein sollte, dass sich die Insassen anderen Tätigkeiten widmen, müssen Fahrzeughersteller die Entscheidungen über zu verwendende Werte für diese Fahreigenschaften treffen. Möglicherweise müssen diese Werte (politisch) reguliert werden, um zu vermeiden, dass Vorteile für die Insassen autonomer Fahrzeuge auf Kosten der Leistungsfähigkeit der Infrastruktur beziehungsweise der anderen Verkehrsteilnehmer*innen gehen. Die Ergebnisse sollten in den weiteren Überlegungen zum autonomen Fahren berücksichtigt werden.

Abseits der Simulationsergebnisse lässt sich festhalten, dass mit dem TAF BW gute Grundlagen für Forschung im Bereich Verkehrsfluss vorliegen. Dies gilt insbesondere aufgrund der mit bildbasierter Sensorik ausgestatteten Knotenpunkte. Eine Ausstattung weiterer Knotenpunkte mit der Sensorik sowie Detailverbesserungen der bestehenden Systeme bezüglich der Verarbeitungsroutinen (automatische, ggf. kontinuierliche Erzeugung von Fahrzeugtrajektorien sowie Klassifizierung der Fahrzeuge in autonome und konventionelle) würden weitere detailliertere Forschungsarbeiten ermöglichen.

Ergebnisse der Verkehrsflusssimulation – mittlere Verlustzeit am Knotenpunkt in Abhängigkeit vom Anteil autonomer Fahrzeuge

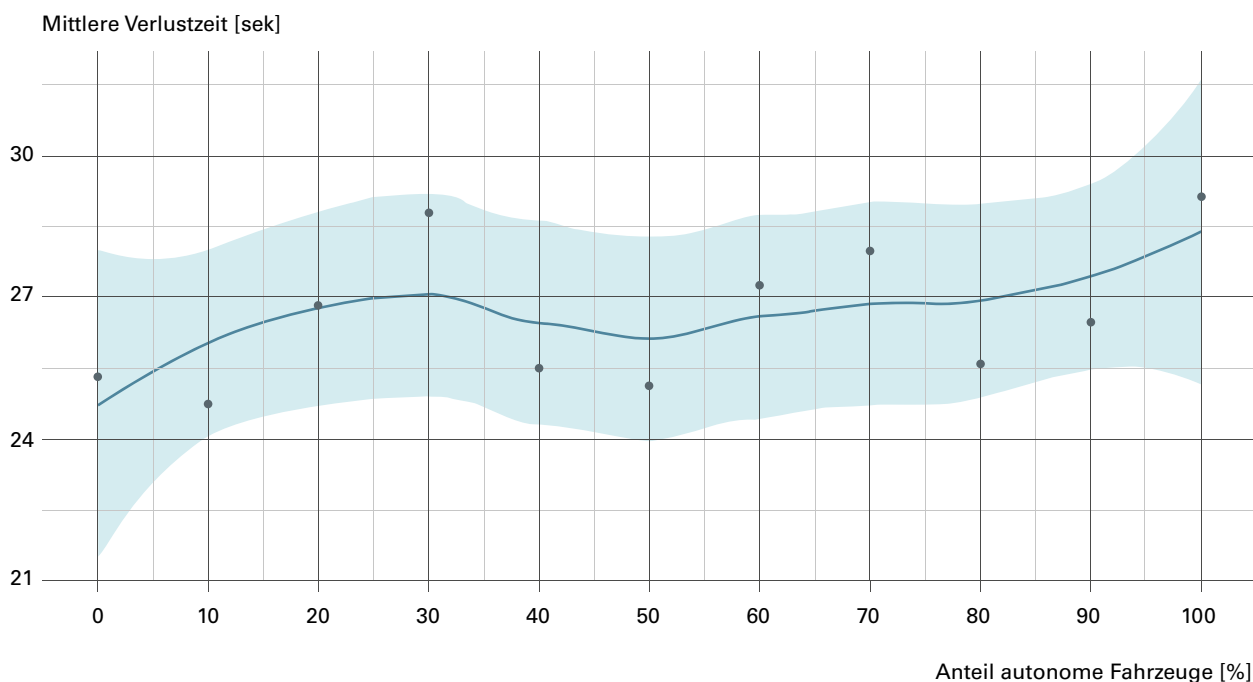


Abbildung 3: Verkehrsfluss Verlustzeit

Verkehrsnachfrageseitige Wirkungen

Vollständig autonomes Fahren (Level 5 der Stufen des automatisierten Fahrens) ermöglicht auch neue Mobilitätsdienstleistungen, Mobilität weiterer Bevölkerungsgruppen und die Nutzung der Fahrzeit für andere Tätigkeiten. Die daraus resultierenden Wirkungen auf die Verkehrsnachfrage wurden im Rahmen von bwirkt mittels Befragungen und Modellrechnungen erforscht. Dabei wurden Wirkungen der Automatisierung sowohl auf den öffentlichen beziehungsweise öffentlich zugänglichen Verkehr als auch auf die Nutzung privater Pkw untersucht.

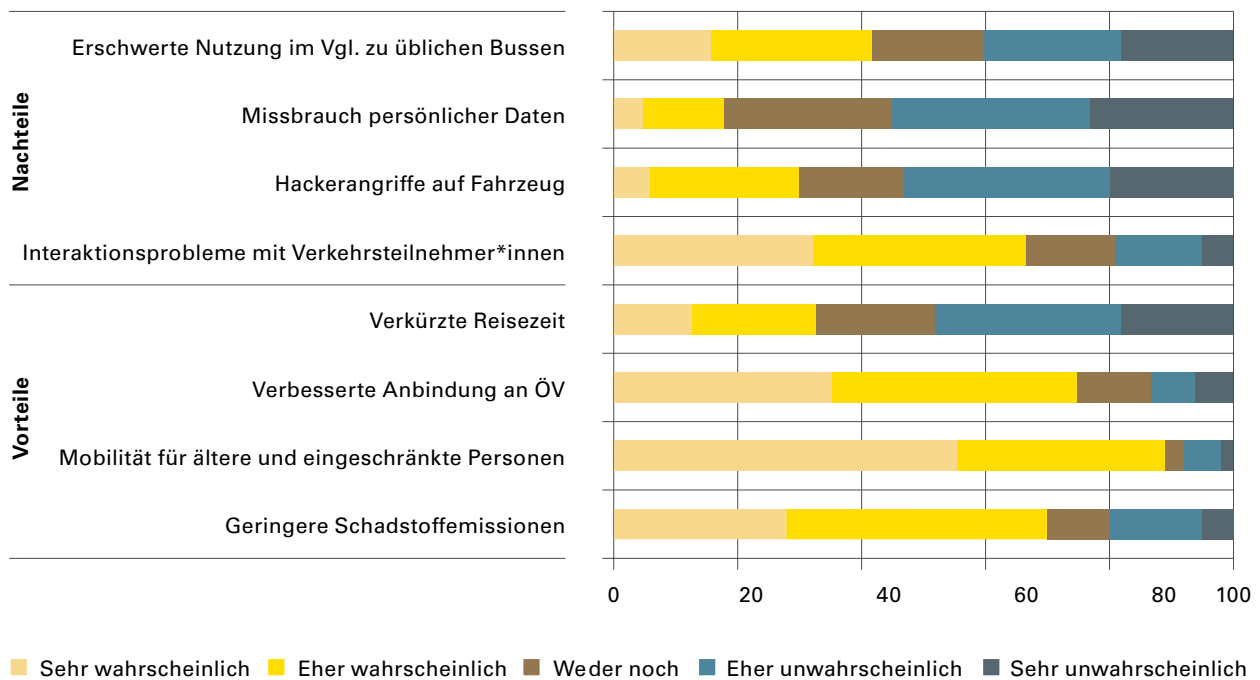
Ergebnisse des automatisierten On-Demand-Angebots EVA-Shuttle

Auf einem Bereich des TAF BW (Karlsruhe Weiherfeld-Dammerstock) fuhr im Jahr 2021 für zweieinhalb Monate

ein automatisierter Mini-Bus (EVA-Shuttle, Projekt gefördert durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr, BMDV). Als einer der ersten seiner Art zeichnete er sich durch eine besonders selbstständige Reaktionsfähigkeit auf seine Umwelt aus und entsprach damit dem Level 4 der Stufen des autonomen Fahrens. Der Mini-Bus konnte als On-Demand-Angebot per App gerufen werden.

Im Rahmen des Projekts bwirkt wurden die Akzeptanz dieses Angebots und dessen potenzielle verkehrliche Wirkungen durch eine Befragung der Einwohner*innen des Stadtteils, in dem der Mini-Bus verkehrte, erforscht. 207 Personen aus dem Stadtteil nahmen an der Befragung teil, davon hatte ein Fünftel den Bus genutzt. Es zeigte sich, dass Personen, die diesen Dienst genutzt hatten, häufiger männlich, eher jung sowie verstärkt Kund*innen bei Angeboten neuer Mobilitätsformen wie Car- und Bikesharing sind und seltener mit dem

Vor- und Nachteile automatisierter Mini-Busse [in %]



Quelle: eigene Darstellung, KIT

Abbildung 4: Vor- und Nachteile automatisierter Mini-Busse

eigenen Auto fahren. Zudem nutzten auch Rentner*innen und Personen mit Kindern vergleichsweise häufig den Dienst. Abgesehen von Wegen zum Testen des Dienstes wurde der Mini-Bus laut Erhebung vorrangig für Freizeitfahrten, gefolgt von Wegen für Arztbesuche und Einkäufe genutzt. Drei von vier Nutzer*innen konnten sich vorstellen, einen automatisierten Mini-Bus auch in Zukunft zu nutzen. Personen, die ihn nicht verwendet haben, gaben als Gründe insbesondere fehlenden Bedarf, zu geringe Geschwindigkeit und einen zu komplizierten Buchungsprozess an.

Immerhin ein Achtel der Nichtnutzer*innen hätte den Dienst gerne verwendet, konnte dies aber nicht, da keine Fahrzeuge zum gewünschten Zeitpunkt verfügbar waren. Es zeigt sich damit, dass die Nutzungsbereitschaft höher als die tatsächliche Verfügbarkeit des Dienstes war. Zudem verhinderte der alleinige Zugang zum EVA-Shuttle über mobile Endgeräte,

dass Personen ohne Smartphone diesen Dienst nutzen konnten. Dies betrifft vorrangig die ältere Bevölkerung. Doch genau dieser Gruppe Mobilität zu ermöglichen, wurde in der Befragung als der größte Vorteil eines EVA-Shuttle-Betriebs gesehen (siehe Abbildung 4).

Als Ergebnis der Erhebung lassen sich ein grundsätzliches Interesse und Offenheit gegenüber dieser Technologie erkennen. Die Erfahrungen der Nutzer*innen sind überwiegend positiv und dem Großteil fällt es leicht, Vorteile des Mini-Busses zu sehen. Würden die Geschwindigkeit, der Buchungsprozess, die Verfügbarkeit und die Kommunikation bzw. der Bekanntheitsgrad verbessert werden, wäre mit verstärkter Nutzung zu rechnen. Für die Bevölkerungsgruppen, die aktuell den ÖV nicht gut nutzen können, ergibt sich die Möglichkeit mittels automatisierter Kleinbusse den ÖV zu stärken.

Besitz von autonomen Privat-Pkw

Mit einer Online-Befragung (n = 1.013 Personen) wurden verschiedene Aspekte hinsichtlich autonomer Pkw als Ersatz für konventionelle Pkw im Privatbesitz erhoben, u. a. mit der Methode eines Stated-Choice-Experiments. Schwerpunktmäßig umfasste der Fragebogen folgende Themenblöcke: Zeitnutzung in autonomen Fahrzeugen, insbesondere im Vergleich zum öffentlichen Verkehr; Interesse daran, selbst ein derartiges Fahrzeug zu besitzen, und die Attraktivität des autonomen Fahrzeugs gegenüber anderen Verkehrsmitteln.

Die Teilnehmer*innen wurden befragt, wie wahrscheinlich es ist, dass sie in der Zukunft ein autonomes Fahrzeug besitzen werden. Die Ergebnisse zeigten, dass Männer eher dazu tendieren, ein autonomes Fahrzeug zu besitzen als Frauen. Auffällig ist der Einfluss des Alters auf den Besitz eines autonomen Pkw. Während bei konventionellen Fahrzeugen die Besitzquote mit steigendem Alter zunimmt, zeigten die Ergebnisse für autonome Pkw den umgekehrten Effekt. Vor allem 18- bis 29-Jährige können sich am ehesten vorstellen, einen autonomen Pkw zu besitzen. Mit steigendem Alter nimmt die Bereitschaft ab. Erwerbstätige, das heißt in Voll- oder Teilzeit arbeitende Personen, neigen eher dazu, einen autonomen Pkw zu besitzen, als Personen anderer Tätigkeitsgruppen. In einer weiteren Untersuchung wurde der Einfluss psychologischer Einstellungen auf den möglichen Besitz eines autonomen Pkw analysiert. Dabei konnte gezeigt werden, dass ein hohes technologisches Interesse eine positive Haltung zu autonomen Fahrzeugen fördert. Personen, die hingegen gerne Auto fahren, haben eher eine negative Haltung zu autonomen Fahrzeugen und sind daher weniger geneigt, in Zukunft ein solches Fahrzeug zu besitzen. Menschen, die öffentlichen Verkehrsmitteln gegenüber abgeneigt sind, haben eher

eine positive Haltung zu autonomen Fahrzeugen. Darüber hinaus wirkt sich eine kurze Pendeldistanz negativ auf die Haltung zu autonomen Fahrzeugen und damit auch auf den künftigen Besitz aus. Die Menschen scheinen die Vorteile der neuen Technologie in erster Linie bei Fahrten mit längeren Entfernungen zu sehen.

Zeitnutzung in privaten autonomen Pkw

Dass mit autonomen Fahrzeugen die Möglichkeit besteht, während der Fahrt andere Tätigkeiten durchzuführen, wird seit Längerem in der Verkehrswissenschaft thematisiert. Die Vision, im Auto zu arbeiten oder Freizeitaktivitäten, wie beispielsweise Lesen oder Filmeschauen, nachzugehen, führt unter anderem zu den Fragen, ob die Attraktivität des Autos damit steigt und ob Menschen dadurch bereit sind, längere Fahrten als heute in Kauf zu nehmen.

Im Rahmen der Untersuchung zu autonomen Fahrzeugen im privaten Besitz wurde mittels eines Discrete-Choice-Experiments im Rahmen der Befragung die Attraktivität hinsichtlich der Veränderung der Zeitsensitivität bestimmt. Die Ergebnisse zeigten, dass bei alltäglichen Pendelwegen die Empfindlichkeit gegenüber größerer Reisezeit sinkt. So wurde für Pendelwege zur Arbeit eine um 30 Prozent verminderte Zeitsensitivität festgestellt. Für Freizeitwege ergab sich ein umgekehrter Effekt. Die Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen, die in unterschiedlichen Studien weltweit mit ähnlicher Fragestellung durchgeführt wurden.⁵ Dass die Veränderungen nicht weitreichender sind, ist damit begründet, dass Personen wahrscheinlich nicht unbedingt jede Minute ihrer Zeit produktiv nutzen möchten. So gaben viele Personen an, dass sie, auch wenn sie die Möglichkeit hätten, beispielsweise zu arbeiten, aktuell und auch in Zukunft gerne

⁵ Zum Beispiel: Cyganski et al. 2015, Singleton 2019, Malokin et al. 2019, Correia et al. 2019, Pudane et al. 2019, Moore et al. 2020.

„aus dem Fenster schauen“ oder lediglich gedanklich den Tag planen möchten. Daher könnte der angenehme Effekt autonomer Fahrzeuge vielmehr in größerer Entspannung liegen als darin, im Fahrzeug zu arbeiten. Dass die Fahrzeit im autonomen Fahrzeug nicht überbewertet werden sollte, wird auch dadurch bestätigt, dass Personen teilweise auch angaben, dass es in diesem Fahrzeug zwar komfortabel sein könnte, sie aber dennoch lieber zuhause wären – dort sei es eben auch komfortabel.

Ergebnisse aus dem Verkehrsnachfragemodell

Die oben genannten Ergebnisse aus den Erhebungen zum Besitz autonomer Fahrzeuge und der Zeitnutzung wurden in das Verkehrsnachfragemodell aus dem Projekt *regiomove* der Region Karlsruhe⁶ integriert. Es wurde das agenten- und aktivitätenbasierte Modellierungsframework *mobiTopp* verwendet. Hierbei wurde die Mobilität aller Einwohner*innen im Planungsraum abgebildet. Die Entscheidungen der Personen wurden individuell auf Basis ihrer soziodemographischen Eigenschaften, Aktivitäten und weiterer Einflussfaktoren getroffen. Das verwendete Modell bildete die Einwohner*innen von Karlsruhe und Umgebung ab und umfasste damit den größten Bereich des TAF BW. Im Modell wurden die Auswirkungen der Einführung autonomer Fahrzeuge in vier Durchdringungsstufen abgebildet.

Bei vollständiger Ersetzung privater Pkw mit autonomen Fahrzeugen, d.h. eine Durchdringung von 100 Prozent, werden aufgrund der gestiegenen Attraktivität des Autos rund 19.000 zusätzliche Fahrten im Verlauf einer Woche durchgeführt. Das entspricht einem Wachstum der Pkw-Fahrten von 1,2 Prozent. Werden nur die Wege mit dem Zweck Arbeit betrachtet, sind 3,6 Prozent mehr Wege mit

dem Auto zu verzeichnen. Die Veränderung des Modal Split auf Arbeitswegen in den unterschiedlichen Durchdringungsstufen ist im Detail auch in Abbildung 5 dargelegt. Es zeigt sich, dass die Mehrfahrten besonders durch Fahrten kommen, die bisher mit dem ÖV durchgeführt wurden, während der Einfluss auf das Zufußgehen und die Fahrradnutzung gering ist. Auf den Arbeitswegen erhöht sich in der vollständigen Durchdringungsstufe die Pkw-Verkehrsleistung um 6,8 Prozent. Insgesamt betrachtet über alle Wegezwecke steigt die Pkw-Verkehrsleistung mit rund 540.000 km im Verlauf einer Woche um etwa 2,3 Prozent. Bei geringerer Durchdringung der Pkw-Flotte mit autonomen Fahrzeugen fallen die Effekte entsprechend kleiner aus.

Die Ergebnisse zeigen, dass autonome Privat-Pkw für zusätzlichen Verkehr (sowohl bezüglich Verkehrsaufkommen als auch bezüglich -leistung) sorgen, wenngleich die Modellergebnisse darauf hinweisen, dass das Wachstum sehr moderat ist und damit keine extreme Größenordnung annimmt.

Fazit verkehrsnachfrageseitige Wirkungen

Autonomes Fahren kann im öffentlichen Verkehr für neue Angebote und im motorisierten Individualverkehr für einen Attraktivitätsgewinn des Autos sorgen. Während für den öffentlichen Verkehr hohe Potenziale für Attraktivitätssteigerungen durch die Automatisierung bestehen, sind die Auswirkungen im motorisierten Individualverkehr negativ. Die Steigerungen in Fahrten und gefahrenen Kilometern sind spürbar, aber nicht extrem.

Neben der generellen Attraktivitätssteigerung des ÖV durch Automatisierung kann dieser auch für weitere Bevölkerungsgruppen zugänglich gemacht werden. Angebote wie EVA-

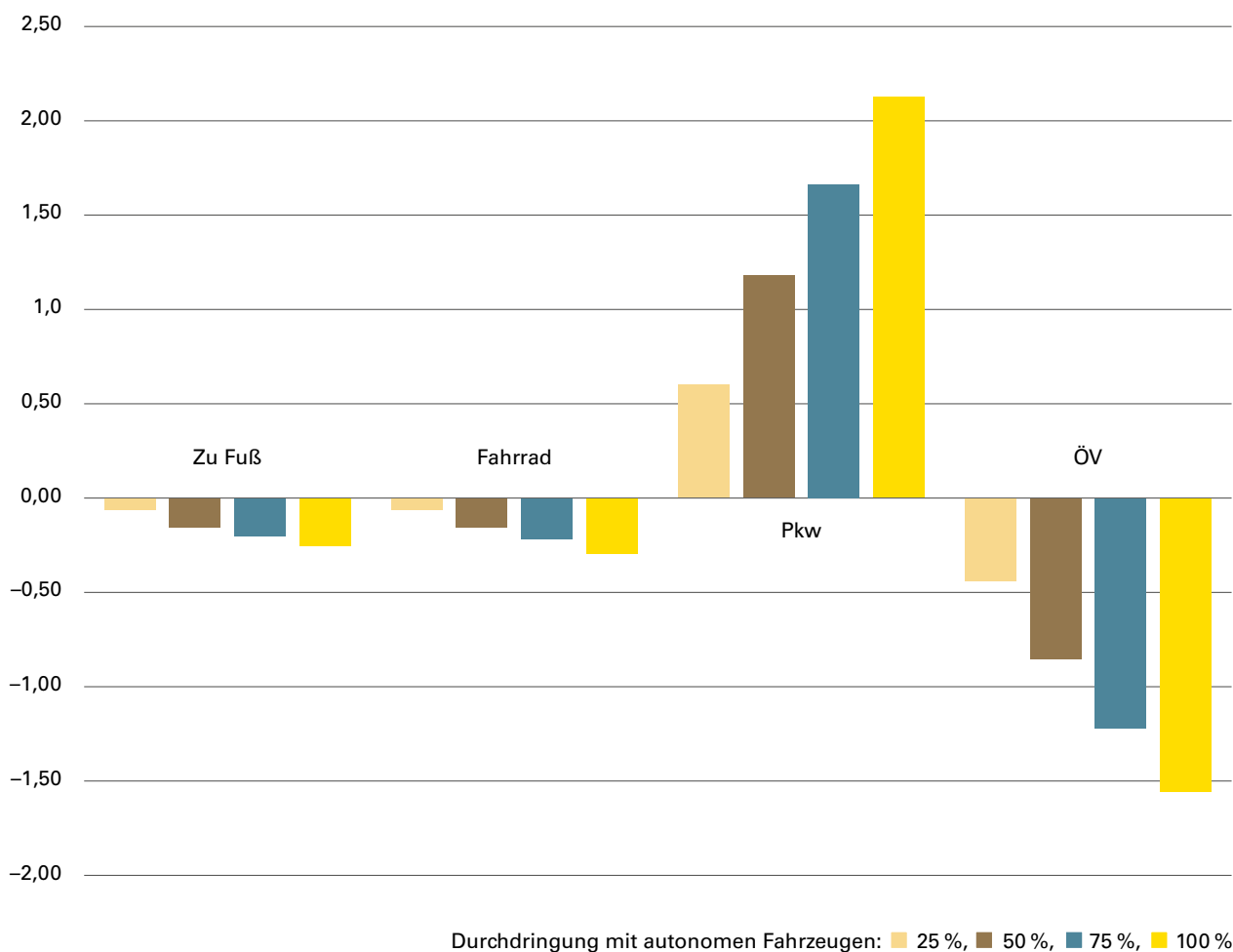
⁶ Projekt *regiomove*, KIT – Institut für Verkehrswesen u. a., 2017 bis 2022, Karlsruhe.

Shuttle können und sollten dafür ausgebaut werden. Im Bereich des Individualverkehrs nimmt die Zeitsensitivität auf Arbeitswegen ab, hierdurch wächst die Attraktivität, längere Strecken mit dem Auto zurückzulegen. Von einer darüber hinausgehenden Erhöhung der Attraktivität ist aktuell nicht auszugehen. Insgesamt erscheinen die Veränderungen handhabbar. Gleichwohl gibt es noch einige Unbekannte. Hierzu

gehören insbesondere die Kosten für die Technologie (Sensor- und Verarbeitungssysteme in den Fahrzeugen). Ebenso unsicher ist zum jetzigen Zeitpunkt, wie hoch Akzeptanz und Nutzung der Fahrzeuge tatsächlich sein werden. Das TAF BW und das Projekt bwirkt konnten aber einen Beitrag dazu leisten, einige Unbekannte in der verkehrlichen Forschung des autonomen Fahrens aufzulösen.

Ergebnisse Verkehrsmodell – Veränderung des Modal Split auf Arbeitswegen in unterschiedlichen Durchdringungsstufen

Modal-Split-Veränderung [PP = Prozentpunkte]



Quelle: eigene Darstellung, KIT

Abbildung 5: Verkehrsmodell Modal Split

3.2 Kernbereich „Rechtsrahmen und Datenschutz“

Welchen rechtlichen Anforderungen unterliegen Testfelder und welche Rahmenbedingungen bestehen für die Erforschung autonomen Fahrens? Der Kernbereich „Rechtsrahmen und Datenschutz“ untersuchte die rechtlichen Rahmenbedingungen und identifizierte in einem ersten Schritt der Begleit- und Wirkungsforschung das Straßenverkehrsrecht, das Datenschutzrecht und das Haftungsrecht als wesentliche Anwendungsfelder. Im zweiten Schritt wurden die Herausforderungen in diesen Themenbereichen mittels einer Expert*innen-Befragung näher analysiert.⁷

Das Ziel der Begleit- und Wirkungsforschung an dieser Stelle waren Aussagen zu den aktuellen Herausforderungen des TAF BW sowie Empfehlungen zu möglichen Gesetzesanpassungen, um Testfelder attraktiver zu gestalten. Dabei ist die Erkenntnis hervorzuheben, dass die Hauptherausforderungen aktuell in der Heterogenität und Komplexität der Zulassungsprozesse autonomer Fahrzeuge für die Erprobung auf den öffentlichen Strecken sowie in den bestehenden Datenschutzregelungen liegen. Optimierungen könnten hier durch Harmonisierung gesetzlicher Regelungen sowie durch Konkretisierung von Forschungsprivilegien erreicht werden.

Straßenverkehrsrecht

Der Betrieb eines Testfelds erfordert zum Teil bauliche Maßnahmen zum Infrastrukturaufbau im öffentlichen Straßenraum, für die in der Regel zunächst entsprechende Genehmigungen eingeholt werden müssen (beispielsweise Sondernutzungs Erlaubnisse). Hierbei ist in der Praxis aufgrund der Verfahrensdauer mit Verzögerungen im Projekt zu rechnen. Eine enge Zusammenarbeit mit Städten und Gemeinden

sowie zuständigen Behörden ist entscheidender Erfolgsfaktor für die Umsetzung eines Testfeldprojekts.

Die Einholung der erforderlichen Zulassungen und Betriebs erlaubnisse für die Testfahrzeuge liegt hingegen in der Verantwortung der Testfeldnutzer*innen. Zuständig für die Erteilung sind die Landesbehörden. Aufgrund der teilweise unterschiedlichen Anwendungspraxis der bisher einschlägigen Normen, insbesondere im Hinblick auf Ausnahmetatbestände, wurden ein besserer Informationsaustausch sowie die Entwicklung von Best Practices bis hin zu einer einheitlichen Regelung gefordert. Im Hinblick auf die Fahrzeug-Betriebs erlaubnis für „Kraftfahrzeuge mit autonomer Fahrfunktion“, das heißt fahrerlos betriebene Level-4-Fahrzeuge in festgelegten Betriebsbereichen, und die neu geschaffene Erprobungsgenehmigung wurde diese Forderung mit der Zentralisierung der Zuständigkeit beim Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) bereits umgesetzt. Allerdings verbleiben Abstimmungserfordernisse im Hinblick auf die Genehmigung des festgelegten Betriebsbereichs im Regelbetrieb, die weiterhin in der Zuständigkeit der Länder liegt. Zudem erfasst die Erprobungsgenehmigung nach derzeitigem Wortlaut nicht sämtliche Forschungs- und Erprobungstatbestände. Intelligente Infrastruktur wurde im Rahmen der Reformen in Deutschland (StVG, AFGBV) bisher kaum betrachtet. Das Testfeld als festgelegter Betriebsbereich ist nicht vorgesehen, insofern bestehen auch keine Erleichterungen im Hinblick auf die Anforderungen an das Kraftfahrzeug, die Fahraufgabe im autonomen Betrieb selbstständig zu bewältigen.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass Testfelder nicht geeignet sind für Tests nicht zugelassener automatisierter Fahrzeuge im öffentlichen Verkehrsraum. Damit steigt die Attraktivität privater Testgelände, auf denen das Straßenverkehrsrecht

⁷ Befragt wurden Expert*innen verschiedener Testfelder, wie bspw. TAF BW, TAVF in Hamburg, IST Testfeld Merzig, Testfeld Niedersachsen, Testfeld Friedrichshafen, Kommod Testfeld Düsseldorf.

nicht gilt. Die Testfeldnutzung könnte vom Gesetzgeber attraktiver gestaltet werden durch den Ausbau von Experimentierklauseln, weitergehende Vereinheitlichung und Vereinfachung von Zuständigkeiten und Verfahrensschritten sowie den Einbezug von Testfeldern als festgelegten Betriebsbereich in die Regulierung des autonomen Fahrens.

Datenschutzrecht

Die hierzu durch das bwirkt-Konsortium befragten Organisator*innen verschiedener Testfelder in Deutschland verzichten entweder vollständig auf die Erhebung personenbezogener Daten oder nutzen ein Anonymisierungskonzept unter Absprache mit den zuständigen Aufsichtsbehörden. Neben der rechtlichen Sicht wurde auch die Akzeptanz in der Bevölkerung im Hinblick auf das Datenschutzniveau als wesentlicher Erfolgsfaktor genannt. Insofern bietet die Forschung an Testfeldern die Möglichkeit, einen technologischen Vorsprung durch kreative Lösungen zu erreichen. Nichtsdestotrotz wird auch hier die uneinheitliche Rechtsanwendung auf Landesebene kritisiert.

Will man mit Blick auf die Forschung und Entwicklung im Bereich Künstliche Intelligenz (KI) Forschungsdatenbanken aufbauen, zeigen sich einige Hemmnisse. So sind Testfelder zwar geeignet für die Bereitstellung von anonymisierten Daten beispielsweise für Verkehrssimulation und Verkehrsmonitoring. Im Hinblick auf personenbezogene Daten zeigen sich erste Schwierigkeiten aufgrund der unterschiedlichen Regelungen auf EU-, Bundes- und Landesebene zum Forschungsdatenschutz sowie Einschränkungen bezüglich der Veröffentlichung von Forschungsdaten und damit auch der Weitergabe von (personenbezogenen) Rohdaten zum Training der KI-Technologien. Insofern bleibt die Anonymisierung derzeit die erfolgversprechendste Option, wobei stets auch Re-Identifizierungsrisiken im Blick zu behalten sind. Testfelder ermöglichen die Erprobung und Weiterentwick-

lung von Anonymisierungskonzepten und Privacy-Enhancing-Technologien in realen Kontexten und dienen gleichzeitig als Reallabor für die Analyse rechtlicher Fragen und die Demonstration datenschutzgerechter Technologien.

Zur Verbesserung der Rechtslage können die Vereinheitlichung des Forschungsdatenschutzes (EU/Bund/Länder) sowie die Konkretisierung von Forschungsprivilegien und kompensierenden Schutzmaßnahmen beitragen. Bieten beispielsweise Anonymisierung und Pseudonymisierung im konkreten Einzelfall keine tragfähigen Optionen zum Schutz der Rechte und Freiheiten potenziell betroffener Personen, stellt sich die Frage nach weiteren Schutzkonzepten, um einen angemessenen Ausgleich zwischen Forschungsinteressen und Schutzbedürfnissen zu erreichen.

Haftungsrecht

Der Testfeldbetrieb unterliegt derzeit keinen besonderen Haftungsrisiken, die sich als Hemmnisse auswirken könnten. Bei den meisten Testfeldern liegen Prozesse zur Minimierung von Haftungsrisiken vor und sind weitgehend übertragbar oder es konnten entsprechende Versicherungen abgeschlossen werden, sodass Haftung nicht als Problemfaktor für den Testfeldbetrieb genannt wurde. Bei rein redundanter Datenbereitstellung ohne maßgeblichen Einfluss auf die Fahrzeugsteuerung dürften zudem selbst bei Unfallereignissen keine besonderen Haftungsrisiken für die Testfeldbetreiber*innen vorliegen.

Im Hinblick auf den Betrieb von Testfahrzeugen sind hingegen die Halterhaftung sowie Produkt- und Produzentenhaftung zu berücksichtigen. Erstere unterliegt der Versicherungspflicht. Fallen die Rollen des Halters bzw. der Halterin und Herstellers bei der Testfeldnutzung zusammen, sind unterschiedliche Haftungshöchstgrenzen zu bedenken.

Fazit und Ausblick

Die Anpassung des Rechtsrahmens an die neuen Herausforderungen der Automatisierung der Mobilität schreitet stetig voran.⁸ So laufen auf EU-Ebene derzeit zahlreiche Aktivitäten, um die Typengenehmigung von Fahrzeugen mit höheren Automatisierungsstufen voranzutreiben und einen diskriminierungsfreien Zugang zu mobilitätsrelevanten Daten zu vereinfachen. Ein Konzept zur Stärkung der Teilhabe von Datensubjekten und zur Verbesserung des Datenaustauschs liegt in der Erforschung zur Ausgestaltung von Treuhand-Konzepten. Die Herausforderung besteht dabei in der Harmonisierung der Anliegen des Datenschutzes mit Wettbewerbsaspekten sowie Forschungsinteressen im Hinblick auf den Datenzugang. Für Testfelder ist eine rechtswissenschaftliche Begleitung zu empfehlen, um frühzeitig auf Änderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen reagieren zu können.

3.3 Kernbereich „Gesellschaft“

Die technologischen Veränderungen hin zu einer automatisierten, vernetzten und elektrischen Mobilität beeinflussen nicht nur die Wissenschaft, sondern haben auch einen großen Einfluss auf unsere Gesellschaft. Daher wurden im Rahmen von bwirkt die Möglichkeiten und Potenziale des TAF BW zur Adressierung gesellschaftlicher Fragestellungen untersucht sowie geeignete Maßnahmen zur zielgruppengerechten Kommunikation abgeleitet und exemplarisch umgesetzt.

Angestrebt wurden dabei insbesondere Aussagen zur Eignung des TAF BW als Forschungs- und Dialogplattform für gesellschaftlich relevante Fragen und Themen bzgl. des automatisierten und vernetzten Fahrens. Signifikant war dabei die Feststellung, dass das TAF BW sowie Testfelder im Allgemei-

nen sich grundsätzlich sehr gut für den Dialog mit der Gesellschaft sowie für die partizipative Erforschung des automatisierten und vernetzten Fahrens eignen, es jedoch wichtig ist, die jeweils richtigen Formate zu identifizieren. Was das konkret bedeutet, wird in den folgenden Abschnitten dargestellt.

Zielgruppen

Als Forschungsinfrastruktur für das automatisierte und vernetzte Fahren im öffentlichen Raum bietet das TAF BW die Möglichkeit, die Öffentlichkeit zum automatisierten und vernetzten Fahren zu informieren und dadurch die Nutzer*innenakzeptanz zu steigern. Gleichzeitig ist das TAF BW primär auf die Erforschung und Erprobung von Technologien und Methoden ausgerichtet und nicht darauf, der Öffentlichkeit als Informationsplattform zu dienen. Daher müssen bestimmte Kommunikationspunkte geschaffen und geeignete Kommunikationsinstrumente entwickelt werden, um mit dem TAF BW auch unterschiedliche Teile der Gesellschaft zu erreichen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die gesellschaftlichen Wirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens, insbesondere die unterschiedlichen Bedürfnisse und Anforderungen der zukünftigen Nutzer*innen von automatisierten und vernetzten Mobilitätslösungen, vielfältig sind.

Daher wurden im Rahmen von bwirkt Design-Thinking-Workshops und eine Online-Umfrage durchgeführt, um die unterschiedlichen Nutzer*innengruppen und ihre Bedürfnisse zu identifizieren und geeignet darzustellen, zum Beispiel in Form von Personae.

⁸ Wichtige Herausforderungen, Hintergründe und Lösungsansätze wurden in Wagner (2021), Das neue Mobilitätsrecht, analysiert

WER (Stadt und Land)	BEZUG zum autonomen/ automatisierten Fahren	VORURTEILE Ängste und Sorgen	WÜNSCHE und Hoffnungen	ZITATE
Rentner*innen	Fehlt (so von außen projiziert)	Neues; Unverständnis; Angst davor, abgehängt zu werden	Mobiler werden	„Den neuen Kram verstehe ich nicht mehr“; „Fährt das dann zum Supermarkt?“
Blinde und Mobilitäts- eingeschränkte	Barrierefreiheit, am normalen Leben partizipieren, keine/ein- geschränkte Möglichkeit, selbst zu fahren	Angebote nicht barriere- frei, kein Vertrauen in die Technologie	Partizipation/ Eigenständigkeit	„Das Auto fährt richtig angenehm“; „Da komme ich nicht rein“
Pendler*innen (Bahn = Effizienz, Auto = Besitz)	Stau, Notwendigkeit/Alltag, Land: Abhängigkeit	Kontrolle abgeben	Komfort, Arbeitszeit gewinnen, Effizienz	„Heilig's Blechle“ „Was ist das effizient!“
Radfahrer*innen, Fußgänger*innen	Begegnungen auf der Straße	Mensch-Maschine- Interaktion	Höhere Sicherheit	„Wie sieht mich das Auto?“
Eltern	Eingeschränkte Mobili- tät, viele Wege/Planung	Verantwortungsgefühl, Sicherheit, Datenschutz	Einfachere Logistik/ weniger Planung	„Ist das wirklich sicher?“
Pionier*innen	Neugier	Abgehängt werden	Vorne dran sein, Spaß	„Voll geil!“
(Schüler*innen/Kinder, Student*innen)				

Quelle: eigene Darstellung, e-mobilität BW

Abbildung 6: Personae aus dem Design-Thinking-Workshop

Im Rahmen eines Design-Thinking-Workshops wurden sieben Personae spezifiziert: Rentner*innen, Blinde und Mobilitätseingeschränkte, Pendler*innen, Radfahrer*innen/Fußgänger*innen, Eltern, Pionier*innen sowie Schüler*innen/Kinder, Student*innen (aufgrund der Zeit konnte diese Persona während des Workshops nicht näher spezifiziert werden - siehe Abbildung 6). Die gewählten Personae vermitteln einen Eindruck von den unterschiedlichen Wahrnehmungen (Wünsche, Sorgen, Hoffnungen) sowie den vielfältigen Bedarfen der unterschiedlichen Gruppen (siehe Abbildung 6).

Sie machen deutlich, dass für bestimmte Mobilitätsgruppen differenzierte Kommunikationsinhalte und nutzungsorientierte Maßnahmen und Informationen abgeleitet werden müssen, um den automatisierten Verkehr und das TAF BW der Öffentlichkeit näherzubringen. Dies unterstrich auch das Ergebnis der Online-Umfrage, bei der ca. 60 Prozent der Befragten angaben, das TAF BW nicht zu kennen, ein solches Testfeld aber sehr gut (48 Prozent) und gut (37 Prozent) zu finden und weiter darüber informiert werden zu wollen (67 Prozent).

Daher wurden, abgeleitet aus diesen Ergebnissen, zielgruppengerechte Kommunikationsformate umgesetzt:

- Info-Flyer zu den Smart-Mobility-Projekten, TAF BW und bwirkt: https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Flyer/Smart_Mobility_Infoflyer.pdf
- Abschlusspublikation der Smart-Mobility-Projekte: https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/22123_Abschlusspublikation_Forschungsprogramm_Smart_Mobility_RZ_Web.pdf
- Online-Q&A mit mobilitätsgruppenspezifischen Fragen: <https://www.e-mobilbw.de/bwirkt>
- Informationsvideo zum automatisierten und vernetzten Fahren: <https://youtu.be/-nVjcllDdhg>

Darüber hinaus kann die Schaffung von weiteren Verknüpfungspunkten, die im Folgenden genauer erläutert werden, hilfreich sein, um die Akzeptanz in Bezug auf das automatisierte und vernetzte Fahren in der Gesellschaft zu erhöhen.

Verknüpfungspunkte und Erfahrungsräume des TAF BW

Allgemein sollten der Kontakt und die Schnittstellen der Öffentlichkeit mit dem automatisierten Verkehr erhöht werden, um den Umgang mit automatisierten Mobilitätsformen zu normalisieren. In diesem Zuge können Fragen und eventuell Sorgen/Vorurteile zu einem frühen Zeitpunkt ausgeräumt und künftige Bedürfnisse bereits im Stadium der Forschung und Entwicklung geklärt und berücksichtigt werden. Hierbei können vielfältige Angebote auf die jeweiligen Personae abgestimmt werden. Neben den Online-Formaten, wie Webseiten und Newslettern, können die Interaktionen zwischen Forscher*innen und zukünftige Nutzer*innen grob in drei Gruppen unterteilt werden.

a. Kontinuierliche Begegnungs- und Erfahrungsräume in den Alltag integrieren

Für die Zielgruppe Senior*innen sollte die Möglichkeit erörtert werden, das automatisierte Fahren in einer Gruppe zu erleben. Dies könnte zum Beispiel in Form eines proaktiven Bürger*innenbusses passieren, anhand dessen den Mitfahrer*innen während der Fahrt über eine interaktive Präsentation Alltagsbeispiele aufgezeigt werden, welche Anwendungen des automatisierten Fahrens möglich sind und welchen Nutzen diese stiften können. Ein Infocenter – in Form eines digitalen Angebotes und/oder haptisch an zentralen Haltepunkten – wäre ein zusätzliches Element. Des Weiteren sollten soziale Medien, Einträge auf Webseiten und Newsletter der entsprechenden Organisationen weiter über automatisierte und vernetzte Mobilitätskonzepte informieren, um unter anderem technikaffine und jüngere Nutzer*innen anzusprechen.

b. Einbindung der Bürger*innen in die Forschung

Des Weiteren bieten die verschiedenen Formen von Reallabor-Ansätzen zahlreiche Möglichkeiten, wie nach eigenen Anforderungen und Bedürfnissen ein Mobilitätskonzept zum autonomen Fahren gestaltet werden kann. Ein solches interaktives Konzept wäre für die Klärung jeglicher Fragen vorteilhaft und könnte verschiedene Nutzer*innengruppen ansprechen.

c. Veranstaltungen (digital oder in Person)

Darüber hinaus sind klassische Veranstaltungen, beispielsweise Bürger*innenforen, ein wichtiges Mittel, um die Forscher*innen und die künftigen Nutzer*innengruppen zusammenzubringen. Die Wichtigkeit der persönlichen Begegnung ist hierbei nicht zu unterschätzen. Daher ist eine Durchführung in Person einem digitalen Format vorzuziehen. Im Rah-

men der Veranstaltung vor Ort können zudem ergänzend digitale Methoden angewendet werden, etwa in Form von interaktiven Experimenten, die die Möglichkeit bieten, einen eigenen Anwendungsfall zu wählen und das autonom fahrende Fahrzeug dementsprechend auszugestalten.

3.4 Kernbereich „Technologie und Betreiberkonzept“

Nur wenn ein Testfeld über eine moderne, umfangreiche technische Infrastruktur, gepaart mit einem benutzerfreundlichen und auf die zukünftige Weiterentwicklung ausgelegten Betreiberkonzept verfügt, bringt es den Nutzer*innen einen Mehrwert und bleibt für sie auch dauerhaft attraktiv. Der Kernbereich „Technologie und Betreiberkonzept“ widmete sich der tiefgehenden Untersuchung der technischen Ausstattung und des Betreiberkonzepts des TAF BW. Zu dieser Untersuchung gehörte neben der Evaluation des öffentlich zugänglichen Leistungskatalogs auch die Evaluation der technischen Ausstattung und der Organisation des TAF BW sowie ein Vergleich mit anderen Testfeldern in Deutschland. Das Ziel waren Aussagen zur aktuellen Attraktivität des TAF

BW für die Zielgruppen sowie zum möglichen technischen und konzeptionellen Weiterentwicklungsbedarf des TAF BW. Hierbei hat sich gezeigt, dass das TAF BW über eine sehr breite technische Infrastruktur verfügt, die sich für unterschiedliche Anwendungsfelder nutzen lässt und das TAF BW sowohl attraktiv für zahlreiche Nutzer*innen als auch konkurrenzfähig gegenüber anderen Testfeldern macht. Gleichzeitig haben die Untersuchungen aber auch aufgezeigt, dass eine einfache Abbildung der Leistungen des TAF BW sowie die Buchung des TAF BW über einen Leistungskatalog aktuell noch nicht ohne Weiteres möglich ist. Was das im Detail bedeutet und was die Ursachen hierfür sind, wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

Technische Ausstattung und Organisation

Zur Analyse der technischen Ausstattung des TAF BW wurden zunächst ein integriertes Evaluationskonzept erarbeitet sowie ein Forschungsdesign (s. Abbildung 7) für die Workshops und Interviews mit den Konsortialpartner*innen des TAF BW sowie anderen Testfeldern erstellt und umgesetzt.

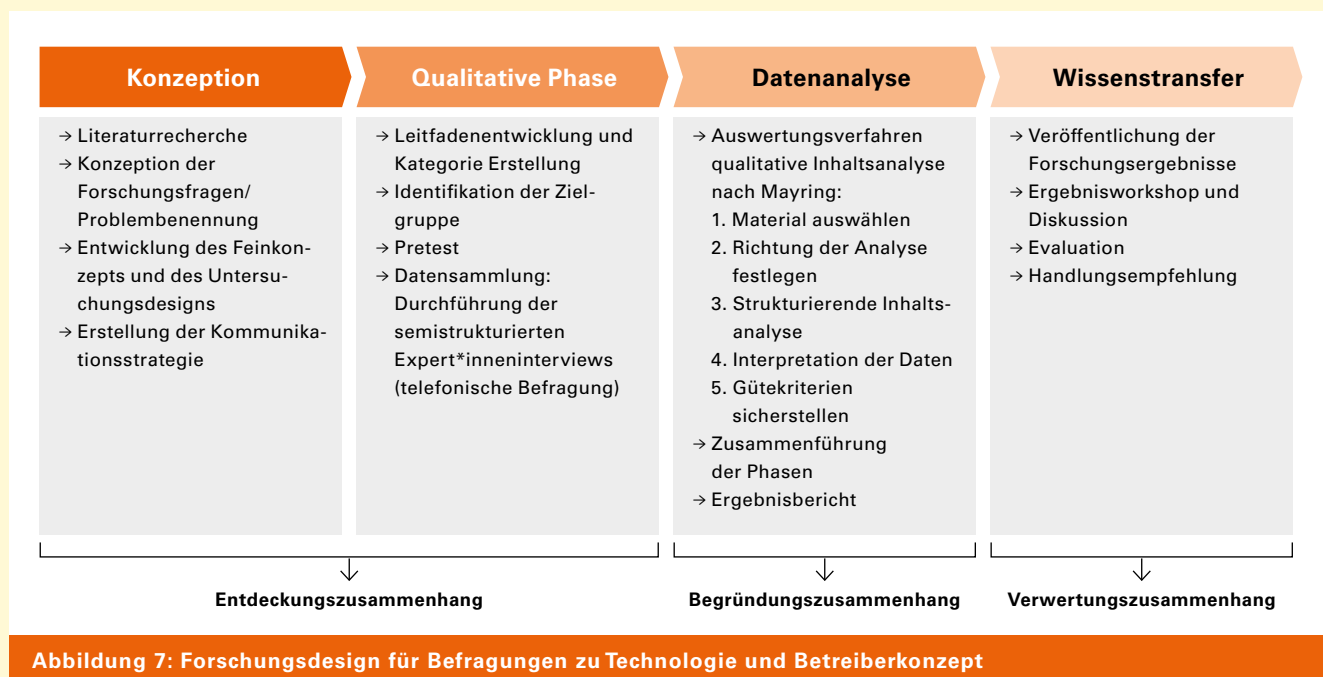


Abbildung 7: Forschungsdesign für Befragungen zu Technologie und Betreiberkonzept

Basierend darauf wurde zunächst ein Workshop mit ausgewählten Teilnehmer*innen des TAF-BW-Konsortiums durchgeführt, in dem die technische Ausstattung des TAF BW erhoben wurde. Sie umfasst sowohl statische Infrastruktur wie zum Beispiel eine umfangreiche Sensorik (Kameras, Roadside Units, ...), Straßenwetterstationen, Seitenradargeräte, einen Testfeld-Leitstand etc. als auch mobile Infrastruktur wie zum Beispiel einen Teleskopmast und einen mobilen Leitstand. Weiterhin verfügt das Testfeld über Stellflächen und Arbeitsräume, die Testfeldnutzenden zur Verfügung gestellt werden können. Neben den öffentlichen Straßenabschnitten, die im Gegensatz zu vielen anderen Testfeldern alle Straßenarten – Autobahn, Landes- und Bundesstraßen, innerstädtische Routen mit Rad-, Fußgänger- und Straßenbahnverkehr ebenso wie Tempo-30-Zonen, Wohngebiete und Parkhäuser – einschließen, verfügt das Testfeld auch über eine geschlossene Teststrecke. Schließlich ermöglicht das TAF BW eine Integration des ÖPNV in das Testfeld und damit auch die Erprobung multimodaler innovativer Mobilitätsdienstleistungen.

Die Angebote des TAF BW sind in einem Leistungskatalog zusammengefasst und können öffentlich auf der Webseite www.taf-bw.de eingesehen werden. Bei Interesse kann eine Buchungsanfrage per Kontaktformular an den Testfeldbetreiber – den Karlsruher Verkehrsverbund – erfolgen. Die konkrete Definition des angestrebten Leistungsumfangs erfolgt in einem persönlichen Beratungsgespräch, sie bildet die Basis für einen Preisvorschlag. Während der Testfeldnutzung sind die Nutzer*innen für die Dauer des Nutzungsvertrags haftpflichtversichert. Daten werden während der Testfeldnutzung direkt am Erhebungsort anonymisiert und im Testfeld-Leitstand zusammengeführt.

Zur Vergleichbarkeit mit anderen Testfeldern wurden durch eine Internetrecherche sowie im Rahmen von Interviews mit Expert*innen ausgewählter Testfelder ebenfalls Infrastruk-

turdaten und organisatorische Rahmenbedingungen erhoben. Der Interviewleitfaden umfasste elf Fragen aus Bereichen wie Nutzung, Wachstum, Technologie und Leistung eines Testfeldes. Als Ergebnis konnte festgestellt werden, dass die Testfeldlandschaft sehr heterogen ist. Es gibt sowohl Testfelder mit einem starken thematischen Fokus und einer entsprechend darauf ausgelegten Infrastruktur als auch Testfelder, die wie das TAF BW sehr breit aufgestellt sind und eine umfassende Infrastruktur bieten. Fast alle Testfelder verfügen über einen öffentlich einsehbaren Leistungskatalog. Jedoch haben die Projektleitungen der meisten Testfelder die gleiche Erfahrung gemacht wie das Konsortium des TAF BW: Eine direkte Buchung von Leistungen über den Leistungskatalog ist selten und nur für bestimmte Leistungen (wie den Erwerb von Karten) möglich, da die meisten Nutzer*innen aufgrund ihres Entwicklungsstandes und der Komplexität der Thematik neben den angebotenen Leistungen individuelle Beratung sowie (wissenschaftliche) Begleitung der Testnutzung benötigen. Die Haftung spielt bei der Organisation der anderen Testfelder eine untergeordnete Rolle, da sie wie auch beim TAF BW über entsprechende Versicherungen geregelt werden kann. Den Datenschutz betreffend wiederum werden für die Testfelder unterschiedliche Strategien verfolgt: Während die einen die erfassten Daten wie auch das TAF BW einer Anonymisierung unterziehen, regeln andere die Nutzungsrechte an den Daten über entsprechende Verträge oder verzichten gänzlich auf die Erfassung personenbezogener Daten.

Hinsichtlich der Nutzung und Nutzungshäufigkeit wurde häufig angegeben, dass diese sich teilweise auf Forschungsprojekte beschränkt. Dies bestätigt auch die Erfahrung des TAF BW. Dennoch herrscht Einigkeit, dass der Erfolg eines Testfeldes nicht alleine von der Häufigkeit der Nutzung durch Unternehmen, sondern auch von weiteren Faktoren wie zum Beispiel der Erarbeitung neuer Forschungsfragen, dem Testen innovativer Technologien und der nachhaltigen Nutzung des Testfeldes abhängt. Aber auch die partizipative Einbin-

derung der Bürger*innen und die Erhöhung der Akzeptanz für das automatisierte, vernetzte Fahren werden als wichtige Ziele und ein wesentlicher Erfolgsfaktor gesehen.

Zusammengefasst konnte hinsichtlich technologischer Ausstattung und Organisation festgestellt werden, dass das TAF BW durchaus konkurrenzfähig mit den anderen Testfeldern ist. Durch seine umfassende Infrastruktur sowie das breit aufgestellte Konsortium aus Forschungspartnern, Industriepartnern und dem Verkehrsnetzbetreiber KVV ermöglicht das TAF BW die Erforschung innovativer Technologien und Methoden über das Anwendungsfeld des automatisierten und vernetzten Fahrens hinaus, zum Beispiel in den Forschungsfeldern Energie und Smart City.

Leistungskatalog

Im zweiten Schritt wurde der Leistungskatalog des TAF BW analysiert und mit Hilfe einer Online-Umfrage evaluiert. Die Online-Umfrage wurde mit der Zielgruppe der potenziellen Nutzer*innen des TAF BW sowie mit den Ansprechpartner*innen der Projekte, die das TAF BW genutzt haben (zum Beispiel Smart-Mobility-Projekte), durchgeführt. Sie umfasste 22 Fragen aus den Bereichen Erwartungen, Leistungskategorien, Leistungsbeschreibungen, Design und Layout sowie Buchung und Kooperation und verwendete bei den Antworten eine 6-Punkte-Skala. Die Umfrage hat ergeben, dass der Leistungskatalog insgesamt einen sehr guten, übersichtlichen und benutzerfreundlichen Überblick über die umfangreichen Leistungen und Nutzungsmöglichkeiten des TAF BW (zum Beispiel technische Ausstattung, Kombination von Teststrecken, Smart-City-Anwendung, ...) bietet und den Erwartungen der Zielgruppe weitestgehend entspricht. Die vorhandenen Leistungskategorien sind ausreichend, die Leistungsbeschreibungen sind verständlich formuliert und die dazugehörigen Bilder und Visualisierungen sind angemessen und unterstützten diese. 90 Prozent der Befragten konnten

sich Kooperationen mit dem TAF BW vorstellen, wobei nur für 50 Prozent der Befragten eine direkte Buchung der Leistungen über den Leistungskatalog in Frage käme. Als gewünschte Kooperationsaktivitäten wurden überwiegend Forschungsprojekte, Nutzer*innenakzeptanzstudien oder Durchführung von Netzwerkveranstaltungen genannt. Dies bestätigt den bisherigen Eindruck, dass reine Testfahrten für Unternehmen und insbesondere KMU aktuell noch nicht im Vordergrund stehen, sondern vielmehr eine wissenschaftliche Begleitung der Nutzer*innenaktivitäten gewünscht ist.

Doch auch wenn der Leistungskatalog die meisten Erwartungen potenzieller Nutzer*innen erfüllt, gab es auch einige Optimierungswünsche. So war ein häufig genannter Wunsch eine interaktive Darstellung der Teststreckenverläufe sowie ein interaktiver Buchungskalender mit einer Übersicht aller gebuchten und verfügbaren Testfahrttermine. Ebenfalls wünschten sich die Befragten einen Probandenkatalog, Angaben zu Abstellmöglichkeiten für eigene Testfahrzeuge (zum Beispiel Garage), Übernachtungsmöglichkeiten bei mehrtägigen Testfahrtbuchungen, FAQ sowie Preisangaben oder zumindest finanzielle Anhaltspunkte für die einzelnen Leistungen. Und auch wenn sich einige Befragte die Möglichkeit einer baukastenartigen Bestellung der angebotenen Leistungen über den Leistungskatalog wünschten, waren sie doch gleichzeitig sehr zurückhaltend in Bezug auf eine tatsächliche Buchungsabsicht.

Zusammengefasst hat die Befragung potenzieller Nutzer*innen gezeigt, dass der Leistungskatalog einen sehr guten Einstiegspunkt in die umfangreichen Leistungen und Nutzungsmöglichkeiten des TAF BW bietet und in seiner Darstellung sehr informativ und ansprechend gestaltet ist, wenn auch ein paar Ergänzungen den Mehrwert des Leistungskatalogs noch weiter erhöhen könnten.

Erweiterungsmöglichkeiten des TAF BW

Insgesamt hat die Analyse und Bewertung der Technologie und des Betreiberkonzepts gezeigt, dass das TAF BW sich auf einem sehr guten Weg befindet, sich langfristig als ein zentraler Testpartner bei der Entwicklung des automatisierten und vernetzten Fahrens zu etablieren. Durch seine umfangreiche Infrastruktur, die diversen, oftmals von den Partnern des Konsortiums eigens entwickelten, praxisorientierten Technologien sowie die interdisziplinäre Zusammensetzung des Testfeld-Konsortiums aus Forschungseinrichtungen, Universitäten und Hochschulen, dem Testfeldbetreiber KVV sowie durch die Beteiligung der Städte Karlsruhe, Bruchsal und Heilbronn bietet das TAF BW die Möglichkeit, vielseitige Forschungsprojekte und praktische Erprobungen auf dem Testfeld durchzuführen. Gleichzeitig bestehen aus Sicht des Projekts bwrkt auch einige Erweiterungsmöglichkeiten, um die Attraktivität des TAF BW noch weiter zu steigern. Auch wenn das TAF BW bereits über eine umfangreiche Infrastruktur verfügt, ist eine Weiterentwicklung zur Erschließung neuer Anwendungsfelder, wie zum Beispiel die Untersuchung multimodaler Mobilitätskonzepte mit automatisierten Fahrzeugen, sinnvoll. Eine enge Zusammenarbeit mit Städten/Behörden bei baulichen Maßnahmen zum Infrastrukturaufbau (beispielsweise Sondernutzungserlaubnisse) ist dabei ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Umsetzung. Zudem konnte in mehreren Interviews mit den Konsortialpartnern des TAF BW festgestellt werden, dass Unternehmen, die Forschung und Entwicklung im Bereich automatisiertes und vernetztes Fahren durchführen, aktuell noch nicht in der Testphase angekommen sind, in der sie das TAF BW für Testfahrten nutzen können. Vielmehr benötigen die Unternehmen aktuell größere Trainingsdatensätze zum Einlernen der Algorithmen im Rahmen der Entwicklung. Das TAF BW ist technisch in der Lage, diese Trainingsdatensätze bereitzustellen, darf dies jedoch aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht uneingeschränkt tun. Durch den Ausbau entsprechender Ex-

perimentierklauseln durch den Gesetzgeber könnte das TAF BW die benötigten Daten Unternehmen im Rahmen von Kooperationen zur Verfügung stellen und damit seine Bedeutung auch im frühen Entwicklungsstadium der Technologie des automatisierten und vernetzten Fahrens steigern. Ebenfalls bedingt durch die noch frühe Entwicklungsphase sind die Nutzungsanforderungen der Industrie an ein Testfeld sehr individuell. Dies erschwert die Angabe von Preisen in dem Leistungskatalog sowie die Buchung der Leistungen nach dem Prinzip eines „Online-Shops“. Vielmehr benötigen die Unternehmen oftmals individuelle Beratung und eine tiefgehende, über einen längeren Zeitraum bestehende Forschungs- und Entwicklungsunterstützung bei der Nutzung von Testfeldern wie dem TAF BW. Dabei sind Testfahrten eher als ein integrierter Teil der Evaluation in (vorzugsweise öffentlich geförderten) Forschungsprojekten nachgefragt, statt als separat zu buchende Leistung. Durch entsprechende Förderprogramme können solche Kooperationsvorhaben zwischen dem TAF BW und den Unternehmen – insbesondere KMU – vereinfacht werden, was die Attraktivität des TAF BW weiter steigern würde. Auch ein verstärktes Angebot von geschlossenen Teststrecken kann zu einer erweiterten Nutzung des TAF BW seitens der Industrie führen, vor allem durch Unternehmen, die über keine eigenen Testeinrichtungen verfügen. Schließlich haben die Interviews mit den Organisator*innen anderer Testfelder ergeben, dass eine großflächige Vernetzung und regelmäßiger Austausch mit anderen Testfeldern, Teststrecken und Reallaboren als wünschenswert gesehen werden – wie es in Baden-Württemberg unter Koordinierung der Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg, e-mobil BW, bereits in Form einer gemeinsamen Arbeitsgruppe zur Vernetzung der unterschiedlichen Akteur*innen initiiert wurde. Dies durch entsprechende Vernetzungsveranstaltungen zu fördern, kann einen wichtigen Beitrag zur effizienten Weiterentwicklung sowie zur Vergrößerung des Nutzer*innenkreises durch Kooperation nicht nur für das TAF BW, sondern auch für Testfelder im Allgemeinen leisten.

4. Zusammenfassung und Weiterentwicklungsmöglichkeiten

Zusammengefasst lassen sich folgende wesentliche Erkenntnisse aus den vier Kernbereichen „Verkehrliche Wirkungen“, „Rechtsrahmen und Datenschutz“, „Gesellschaft“ sowie „Technologie und Betreiberkonzept“ festhalten.

- Wird die Ausstattung des vollständig aufgebauten Testfelds betrachtet, so ist zu konstatieren, dass die ursprüngliche Zielsetzung umgesetzt wurde: Das TAF BW bietet an den Standorten Karlsruhe, Bruchsal und Heilbronn unterschiedliche Streckentypen, klar erkennbare Markierungen und Beschilderungen der Verkehrsinfrastruktur sowie hochgenaue, detaillierte und aktuelle Karten, Infrastruktur für die C2X-Kommunikation sowie eine entsprechende IT-Infrastruktur. Dazu ist der Betrieb des Testfelds einrichtungs- und unternehmensunabhängig durch den Betreiber KVV gewährleistet. Ein online verfügbarer Leistungskatalog wurde fortlaufend weiterentwickelt. Zusätzlich steht ein nicht öffentlich zugänglicher Bereich zur Verfügung, der das Gesamtangebot komplettiert. Damit steht interessierten Organisationen aus Industrie und Forschung ein breites Angebot an Testmöglichkeiten zur Verfügung. Das TAF BW ist damit eine nach dem Prinzip eines Reallabors konzipierte Forschungs- und Testumgebung und bietet eine gute Grundlage für unterschiedliche Fragestellungen, sowohl im technologischen Bereich als auch in Bezug auf verkehrliche Wirkungen, gesellschaftliche Akzeptanzfragen und rechtliche Rahmenbedingungen.
- Dabei bestehen vielfältige Weiterentwicklungsmöglichkeiten, um auch das zukünftige Innovationspotenzial der verschiedenen Akteur*innen zu adressieren. Im Sinne einer technologischen Erweiterung versprechen eine Ausstattung weiterer Knotenpunkte mit Sensorik sowie Detailverbesserungen bestehender Systeme bezüglich der Verarbeitungsroutinen (automatische, ggf. kontinuierliche Erzeugung von Fahrzeugtrajektorien sowie Klassifizierung der Fahrzeuge in autonome und konventionelle) die Möglichkeiten für weitere, detailliertere Forschungsarbeiten.
- Als verkehrliche Wirkung des autonomen Fahrens zeigt sich, dass Komfortansprüche der Insassen autonomer Fahrzeuge mit der Leistungsfähigkeit der Infrastruktur in Konflikt kommen könnten. Dies hängt von der konkreten Ausgestaltung der Fahrzeuge hinsichtlich ihrer Längs- und Querschleunigung ab. Hinsichtlich verkehrsnachfrageseitiger Aspekte zeigt sich: Die theoretische Möglichkeit, Fahrzeit zur Arbeit in einem autonomen Auto anders zu nutzen als heute, wird gesamtverkehrlich voraussichtlich keine großen negativen Wirkungen nach sich ziehen. Gerade im öffentlichen Verkehr sind durch neue Mobilitätsdienstleistungen vielfältige, positive Effekte zu erwarten. So können neben einer allgemeinen Attraktivitätssteigerung des ÖV durch Automatisierung weitere Bevölkerungsgruppen angesprochen werden.

- In Bezug auf die Anpassung des Rechtsrahmens und Datenschutzfragestellungen zeigt sich eine starke Entwicklung. So bestehen beispielsweise zahlreiche Aktivitäten, um die Typengenehmigung von Fahrzeugen mit höheren Automatisierungsstufen voranzutreiben und einen diskriminierungsfreien Zugang zu mobilitätsrelevanten Daten zu vereinfachen. Die Herausforderung besteht dabei in der Harmonisierung der Anliegen des Datenschutzes mit Wettbewerbsaspekten sowie Forschungsinteressen im Hinblick auf den Datenzugang.
- Das Thema Öffentlichkeitsarbeit unterlag in den Jahren 2020 und 2021 den Einschränkungen der Corona-Pandemie. Das bwirkt-Konsortium konnte lediglich in der ersten Projektphase größere öffentliche Veranstaltungen für eine direkte Ansprache einer größeren Öffentlichkeit nutzen. Anschließend verlagerten sich die Aktivitäten fast ausschließlich in den digitalen Raum. Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse des Kernbereichs „Gesellschaft“ die hohe Relevanz reallaborbasierter, partizipativer Forschungsansätze. So sind durch kontinuierliche Begegnungs- und Erfahrungsräume im Alltag und verschiedene, zielgruppengerechte Formate von Veranstaltungen und Informationsangeboten aktiv Schnittstellen zur Öffentlichkeit zu schaffen, um den Umgang verschiedener gesellschaftlicher Gruppen mit automatisierten Mobilitätsformen zu normalisieren und zur Gewohnheit werden zu lassen.
- In Bezug auf die Nachfrage nach den Leistungen des TAF BW ist festzustellen, dass während der Aufbauphase die Nutzung beinahe ausschließlich über geförderte Verbundprojekte (Land, Bund, EU) erfolgte und die Anzahl der involvierten Organisationen aus Forschung, Industrie und öffentlicher Hand beträchtlich ist. Die Ergebnisse des Kernbereichs „Technologie und Betreiberkonzept“ verdeutlichen, dass das TAF BW, auch im Vergleich zu anderen Testfeldern in Deutschland, mit Abschluss der Aufbauphase und vollumfänglich verfügbarem Leistungsangebot sehr innovativ und umfassend aufgestellt ist. Der Leistungskatalog bietet einen sehr guten Einstiegspunkt und stellt die umfassende Infrastruktur wie auch die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten des TAF BW umfassend dar. In seiner Darstellung ist er sehr informativ und ansprechend gestaltet. Weitere Ergänzungen könnten den Mehrwert des Leistungskatalogs noch weiter erhöhen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die sechs Stufen des automatisierten Fahrens	5
Abbildung 2: Thematische Übersicht der Begleit- und Wirkungsforschung „bwirkt“	7
Abbildung 3: Verkehrsfluss Verlustzeit	10
Abbildung 4: Vor- und Nachteile automatisierter Mini-Busse	11
Abbildung 5: Verkehrsmodell Modal Split	14
Abbildung 6: Personae aus dem Design-Thinking-Workshop	18
Abbildung 7: Forschungsdesign für Befragungen zu Technologie und Betreiberkonzept	20

Impressum

Autor*innen

FZI - Forschungszentrum Informatik

Dr. Frauke Goll,

Natalja Kleiner,

Dr. Manuela Wagner,

Jennifer Sonneck

www.fzi.de

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Institut für Verkehrswesen

PD Dr. Martin Kagerbauer,

Gabriel Wilkes,

Lukas Barthelmes,

Milan Schmitt

www.ifv.kit.edu

e-mobil BW

Dr. Wolfgang Fischer,

Susila Bhagavathula

www.e-mobilbw.de

Herausgeber, Konzeption und Realisation

e-mobil BW GmbH

Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive

Baden-Württemberg

www.e-mobilbw.de

Bildnachweise

Umschlag: © zapp2photo/Adobestock

Die Bildrechte liegen, soweit nicht direkt im Bild vermerkt, bei den in der Bildunterschrift jeweils angegebenen Unternehmen und Institutionen.

Layout/Satz/Illustration

markentrieb – Die Kraft für Marketing und Vertrieb

Stand

September 2022



Konsortialpartner:

