


Autonomes Fahren im ÖPNV

 Empfehlungspapier der Arbeitsgruppe B
im Themenfeld 5

Inhaltsverzeichnis

Empfehlungspapier der Arbeitsgruppe B „Autonomes Fahren im ÖPNV“	3
Empfehlungen	4
Fachliches Zielbild	4
Handlungsfelder, priorisiert	5
Konkrete Einzelempfehlungen je Handlungsfeld/Unterziel	6
Teilnehmer*innen der AG	9

Empfehlungspapier der Arbeitsgruppe B

„Autonomes Fahren im ÖPNV“

➤ Ausgangspunkt für Zielsetzung und Inhalt dieses Empfehlungspapiers bildet das Ergebnis der AG-Sitzung am 21.03.2019 zum Thema „Autonomes Fahren im ÖPNV“. Demzufolge soll das automatisierte, autonome und vernetzte Fahren die Sicherheit, Funktionsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Akzeptanz des Verkehrssystems steigern können. Für seine Entwicklung und die Nachweise sind Reallabore mit Fahrgastbetrieb, gesellschaftliche Dialoge und die Abschätzung der Wirkungen bzw. des Nutzens inklusive des Infrastrukturbedarfs wichtig.

Dazu wurden seinerzeit vier strategische Empfehlungen gegeben, die seit Mitte 2018 folgende Fortschritte vorweisen:

1. Landesstrategie automatisiertes und vernetztes Fahren

Fortschritt: Gründung einer interministeriellen Arbeitsgruppe, Aufstellung eines Strategiepapiers mit externen Beratern seit 9/2019 mit dem Ziel der Fertigstellung bis Sommer 2020

2. Anwendungen erproben, Wirkungen ermitteln, Schwerpunkt im ÖPNV

Fortschritt: Demo-Förderprojekt eines Kleinbus-Shuttles zur Landesgartenschau Q3/2018, Eröffnung Testfeld autonomes Fahren (TAF) BW 2018, Förderprojekt DiaMANT über Dialog und Kleintest (Level 3) eines Kleinbusses mit Fahrgästen seit 2018, 5 SMART-Mobility-Förderprojekte allgemein zum AVF (Ministerium für Wissenschaft und Kunst (FF) und Ministerium für Verkehr) seit Ende 2018, Begleit- und Wirkungsforschung „bwirkt“ zum TAF BW seit 2019

3. Umfassendes Handeln, gemeinsame Projekte, Wissenstransfer festhalten

Fortschritt: geplante gemeinsame Projekte mit dem Land – LOI zu RABus (Reallabor automatisierter Busbetrieb in der Stadt und auf dem Land), Reallabor AMEISE (Kommune, Wirtschaftlichkeit, ausgewählte Fahrgastgruppen)

4. Langfristige Ansprechstelle: geplantes Projekt

Technologie- und Kompetenzzentrum elektrischer und autonomer ÖV (TCÖV)

Die Mitglieder der AG bewerteten die auf die Empfehlungen aufgesetzten Aktivitäten ausgesprochen positiv, zielführend und auch für den ÖPNV geeignet, wenn auch noch nicht umfassend und hinreichend.

Auf dieser Grundlage hat sich die AG für das autonome Fahren im ÖPNV folgendes eigenes Arbeitsziel für das laufende Arbeitsjahr des Strategiedialoges gesetzt: Es sollen ein **fachliches Zielbild** formuliert und im Vergleich zum Vorjahr Handlungsfelder benannt und priorisiert und dazu konkretere Handlungsempfehlungen gegeben werden. Hauptmotivator ist, dass die aktuelle Entwicklungsphase der theoretischen Untersuchungen, Demonstrationsprojekte und Tests von Fahrzeugen auf privatem Grund und ohne regelmäßigen Fahrgastverkehr in Reallabore auf öffentlicher Straße und mit Fahrgastbetrieb überführt werden kann und muss.

Die nachfolgenden Ergebnisse wurden unter sehr aktiver Mitwirkung der Mitglieder aus den Bereichen, Forschung, Beratung, Verbände, Verkehrsunternehmen, Automobil- und Zuliefererindustrie, Kommunen und Verwaltung erarbeitet. Impulse durch Vorträge zur verkehrlichen Bedeutung, zur automobilen Bedeutung, zur Sicht der öffentlichen Verkehrsunternehmen, zur Sicht der Forschung zur Akzeptanz sowie der Sicht der Verwaltung zu Recht und Haftung unterstützen die Arbeiten.

Empfehlungen

Fachliches Zielbild

Die Entwicklung des automatisierten, autonomen und vernetzten (kurz: autonomen) Fahrens im ÖPNV wird als notwendig und wirksam beurteilt. Dieses autonome Fahren muss dabei einen ausgewogenen und spürbar positiven Beitrag für eine attraktive, zuverlässige, wirtschaftliche, sichere sowie umwelt-, klima- und sozialverträgliche Mobilität leisten.

Die AG empfiehlt mit überwiegender Mehrheit diese Zielformulierung für die evolutionäre Entwicklung des autonomen Fahrens im ÖPNV. Sie geht davon aus, dass es in den nächsten Dekaden weiterhin unterschiedliche Verkehrsträger mit jeweils bedeutsamer Verkehrsleistung und im selben Raum – und damit im Wettbewerb um den Kunden stehend – geben wird. Verkehrsaufkommen, Verkehrsleistung und Modal-Split insbesondere des autonomen ÖPNV sind deutlich zu erhöhen. Inzwischen ist man in der Entwicklungsphase von Erprobungen in Reallaboren angelangt. Das Zielbild erscheint grundsätzlich adäquat erreichbar. Der Zielzustand kann wie folgt beschrieben werden: Ein Verkehrssystem aus kleineren Bus-Shuttles mit räumlich flexiblen (virtuellen) Ein- und Aussteigepunkten im Ride-Pooling-Ganztagesbetrieb kann und soll mittelfristig durch Dritte dem Grunde nach im öffentlichen Auftrag betrieben und zu einem bedeutsamen zusätzlichen Verkehrsmittel heranwachsen. Fahrerloses Fahren muss dabei insbesondere das erwartete Wirtschaftlichkeitspotenzial im vorhandenen Busverkehr (Personalkostenanteil im Busverkehr i.d.R. zwischen 40% und 60%) ausnutzen, um die höhere zeitliche und räumliche Flächenerschließung gegenzufinanzieren und zusätzliche Angebote bereitstellen zu können. Selbstverständlich ist Voraussetzung, dass in Summe ein positiver Nutzen über alle Zielgrößen im Zielbild – von der Attraktivität bis zur Sozialverträglichkeit – erzielt werden kann und wird.

Die AG geht auch davon aus, dass Räume (sog. „Zentrale Orte und Ziele“) gleichwertige und unverändert gute Erreichbarkeiten haben sollen und die nachgefragte gesamte Personenverkehrsleistung künftig grundsätzlich effizienter, mit besserer Qualität und weniger Fahrleistung bei erhöhter Auslastung erfüllt werden soll.

Das Zielbild ist im Kontext der kulturellen und räumlichen Struktur des Landes Baden-Württemberg zu verstehen. Eine Übertragbarkeit auf andere Verhältnisse und Räume wäre gesondert zu beurteilen.

Handlungsfelder, priorisiert

Zur Operationalisierung hat die AG zu diesem Zielbild und zu einer Zeitschiene für die marktfähige Verfügbarkeit voll- und hochautomatisierter Fahrzeuge bis etwa 2030 erkennbar wichtige zu beachtende Handlungsfelder auf dem Weg zum autonomen Fahren im ÖPNV identifiziert und umschrieben. Die Felder können auch als Unterziele aufgefasst werden. Im Sinne einer effizienten Durchführbarkeit wurde ihre Priorisierung als zweckmäßig erachtet.

Die AG hat nachfolgende Handlungsfelder als sehr wichtig identifiziert. Diese Felder bilden in sich eigenständige Themen ab, sind jedoch nicht völlig unabhängig voneinander. Gegenseitige Abhängigkeiten und Schnittmengen sind zu berücksichtigen. Die AG hielt es für notwendig und zweckmäßig, diese Felder im Hinblick auf die Realisierung des autonomen Fahrens im ÖPNV bis etwa 2030 nach ihrer Wichtigkeit zu priorisieren.

Sie empfiehlt Aufgaben- und Entscheidungsträgern und beteiligten Gestaltern, diese Priorisierung im Sinne einer Erfolgssteigerung und einer effizienten Vorgehensweise ihren Entscheidungen und ihrem Ressourceneinsatz über künftige Aktivitäten in den nächsten Jahren, insbesondere in Reallaboren¹, zugrunde zu legen.

- 1. Kundenwunsch, erwartete und realisierte Nutzerakzeptanz**
- 2. Rechtsrahmen (insb. Ordnungs- und Zulassungsrecht), Datennutzung, Aufgabenzuordnung/Rollenverteilung**
- 3. Technologie, Fahrzeugbau, Infrastruktur**
- 4. Wirtschaftlichkeit, Geschäftsmodelle, Finanzierungsmodelle**
- 5. Verkehrsnachfrage nach Zeit und Raum, Wirkungen auf Verkehr und Umwelt**
- 6. Stadtgestaltung**

Die AG empfiehlt, auch Positionierungen, Aktivitäten, Forschung und Erprobungen im AVF, Investitions- und Finanzierungsanstrengungen sowie absehbare Investitionsentscheidungen und Maßnahmen auf diese Priorisierung auszurichten. Innerhalb jedes Feldes wurden in aktiver Zusammenarbeit der AG-Mitglieder und in einem Workshop zahlreiche konkrete Einzelempfehlungen und Hinweise vorgenommen. Diese wurden nicht priorisiert. Aufgrund des Umfangs der Vorschläge werden diese nachfolgend zusammengefasst.

¹ Freiräume für Innovationen – das Handbuch für Reallabore. Hrsg.: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Berlin, Juli 2019 (www.bmwi.de).

Konkrete Einzelempfehlungen je Handlungsfeld/Unterziel

Zu 1. Kundenwunsch, erwartete und realisierte Nutzerakzeptanz

- Kommunikation, Information und Marketing zwischen Erprobenden und Kunden intensivieren
- Wünsche und Interessen der Kundschaft ermitteln, insbesondere im Hinblick auf Fahrtenabwicklung (Order, Travel Time, Billing, Ambience, neue Services, on-demand ...) und Fahrzeugausstattung (WiFi, Tische, Interieur ...)
- Individuellen Nutzen (z.B. kein Umsteigen, Reisezeit wie IV ...) und kollektiven Nutzen durch o.e. Zielzustand (z.B. Modal-Split-Änderung, soziale Effekte) ermitteln und Mehrwert kommunizieren
- Sicherheitsempfinden erforschen, auch durch Erproben erkennbar machen
- Besondere Nutzungen und Nutzergruppen (Schüler, Mobilitätseingeschränkte, Gepäck, Fahrradmitnahme ...) von Beginn an beachten
- Stärkere Kooperation zwischen öffentlicher Hand, Betreibern, Dienstleistern und Fahrzeugherstellern bei den Reallaboren und voraussichtlich auch im Endzustand notwendig
- Rasche Erkenntnisgewinnung erforderlich; in Reallaboren können mehr Aspekte gleichzeitig erprobt werden

Zu 2. Rechtsrahmen (insb. Ordnungs- und Zulassungsrecht), Datennutzung, Aufgabenzuordnung/Rollenverteilung

- Ziele, Interessen und Fähigkeiten der Beteiligten (Bund, Länder, Kommunen, Dienstleister, Verkehrsverbünde, Straßenbaulastträger ...) fixieren
- Künftige Aufgabenzuständigkeiten vereinbaren; Fähigkeiten der beteiligten Stellen erhöhen, Personal qualifizieren; klären, wer z.B. eine Dienstleistung planen, anbieten, durchführen sollte, wer verkehrlich steuern und wer was finanzieren und inkl. Datenmanagement unterhalten sollte (ggf. insb. Ausbau der kommunalen Datenkompetenz erhöhen); Abstimmung mit dem Verkehrsmanagement des Bundes und des Landes
- Regelung für hoch- und vollautomatisiertes Fahren umgehend erforderlich
- Fahrzeugzulassung, Verhaltensrecht und Haftung für den fahrerlosen Betrieb von Fahrzeugen bis ca. 2022 klären
- Datennutzungsstrategie national festlegen und Regulierungen dazu rasch einführen (Open Data, Design by privacy, Eigentümer, Verwertungsrechte auch in der Forschung ...)
- Testfelder mit neuartigem Rechtsrahmen einrichten, mehrere Jahre erproben (z.B. Reallabore mithilfe von bestehenden oder neuen Ermächtigungen, von vorhandenen Vorschriften abzuweichen)

Zu 3. Technologie, Fahrzeugbau, Infrastruktur

- Infrastrukturaufbau und -unterhaltung sowie Kommunikationseinrichtungen im benötigten Maße intensivieren (Digitalisierung, Markierung, Verkehrszeichen, Road-side Unit, Verkehrszentralen ...) und standardisieren als Baustein der Daseinsvorsorge
- Kommunikationsregeln und -zuständigkeiten entwerfen für V2X (an Ampeln, für Baustellen, in Verkehrszentralen, Road-side Units ...) als Baustein der Daseinsvorsorge
- Fahrzeuganforderungen standardisieren (u.a. Zulassung, Datennutzung, Ahndung)
- Modulare Fahrzeugbauteile zur unterschiedlichen Nutzbarkeit (z.B. alternierend Personen und Güter)
- Forschung und vorlaufende Tests auf öffentlichen Straßen stärker fördern
- Leitanbieter für autonome Fahrzeuge und Dienstleistungen werden

Zu 4. Wirtschaftlichkeit, Geschäftsmodelle, Finanzierungsmodelle

- Fehlende Erkenntnislage zur Gesamtkostenrechnung (Volks- und Betriebswirtschaftlichkeit) auflösen, Berechnungsmethoden (NKA, KWA, NWA, standardisierte Bewertung) weiterentwickeln, standardisieren und zu einer Voraussetzung von Investitionsentscheidungen machen
- Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt (Fahrzeugbau, Werkstätten, neue Berufsbilder ...) und auf die Ausbildungsqualifikation untersuchen
- Finanzierungsmodelle für den autonomen ÖPNV aufstellen bzw. erweitern, ggf. für modulare Geschäftsmodelle je Aufgabe, Raum, Fahrzeugart oder Automatisierungsniveau, ohne/mit Datennutzung, Trennung nach Infrastruktur- und Fahrzeugkosten (Anschaffung und Unterhaltung)
- Transition heutiger Verkehrsbetriebe zu umfänglichen Dienstleistern fördern

Zu 5. Verkehrsnachfrage nach Zeit und Raum, Wirkungen auf Verkehr und Umwelt

- Verkehrsnachfrage, -prognose und -fluss des Kfz-Verkehrs mit autonomem ÖPNV nachbilden, Zusammenhänge erklären, Berechnungsmodelle für Wirkungen ausbauen
- Verkehrssystemische Beurteilungen abgeben, d.h., welche Mischung zu erwartender Teilsysteme ist in welcher Dekade anzustreben, um eine bestimmte Verkehrsleistung mit deutlich weniger Fahrleistung zu erbringen als heute. Damit sollten z.B. folgende Fragen beantwortet werden können: Welche Gefäßgrößen und welche räumliche und zeitliche Angebotsdichte sind für den umsteigefreien Direktverkehr am zweckmäßigsten und wirtschaftlichsten? Welchen und wie viel Verkehr (klassischer Bus, Pkw, Rad etc.) ersetzen sie?
- Verkehrliche Wirkungen (räumliche Erreichbarkeitsquote, Reisezeit, Staus, Unfälle, Modal-Split ...) und Umweltwirkungen (Lärm, limitierte Abgase, CO₂, Energieverbrauch, Flächeninanspruchnahme ...) berechenbar machen
- Nachweise über die Sensitivität von Maßnahmen zur Planung und Steuerung und zum Betrieb des Personenverkehrs erbringen (z.B. Bevorzugung autonomer Bus-Shuttles an Kreuzungen, auf Busspuren, gebietsbezogene Bevorzugung ...)

Zu 6. Stadtgestaltung

- Raumplanungsvorschriften (Landesebene, regional, kommunal) anpassen, Einführung einer Planungspflicht einführen und Mindesterschließungsniveau (räumlich und zeitlich) einführen
- Netzplanung an neuen oder neu zu ordnenden, kleinen Gebieten erproben (Reallabore in Kommunen), Erschließungsqualitäten für Wohn-, Arbeits-, Versorgungs- und Erledigungsorte in Konkurrenz zu schutzwürdigen Gebieten ableiten
- Straßenraumdimensionierung, -entwurf und -gestaltung überprüfen, z.B. bei Wohntür- oder Baublockbedienung; voraussichtliche Fahrzeugabmessungen von Kleinbussen (ca. 4–8 m * 2,00–2,30 m) benötigen heutige Straßendimensionen

Die AG empfiehlt vor dem Hintergrund dieser konkreten Handlungsempfehlungen zusätzlich, jetzt schon und über Reallabore hinaus vertiefende Untersuchungen oder Programme aufzusetzen, insbesondere zum Rechtsrahmen (z.B. Zuständigkeiten und Aufgaben von Bund, Land, Kommunen und Betreibern), zur Wirtschaftlichkeit (z.B. Verfahren, Nachweise, Finanzierung) und zu den direkten verkehrlichen Wirkungen (z.B. Erreichbarkeit, Verkehrsleistung, Modal-Split, CO₂-Emissionen).

Um die Effizienz der Aktivitäten zu erhöhen, wird ein zentrales Technologie- und Kompetenzzentrum, insbesondere mit den Aufgaben der Wissenssammlung, -dokumentation, -bewertung, Bedarfsempfehlungen und Öffentlichkeitsarbeit (Tagungen, Messen, Bürgerevents, Kontaktvermittlung zu laufenden Projekten etc.) für dringend erforderlich gehalten. Ein jährlicher Turnus einer systematischen Berichterstattung und mindestens landeswirksamen Öffentlichkeitsarbeit wird empfohlen. Die Bundes- und besonders die EU-Ebene sollten eingebunden werden.

Schließlich wird empfohlen, dass die Beteiligten, vor allem die Mobilitätsanbieter und heutigen Betreiber sowie die Kommunen und Betreiber, ihre Kompetenzen und Fähigkeiten im Bereich autonomes Fahren und Mobilitätsservices ab jetzt erhöhen und Ausbildungsstätten für eine ausreichende Zahl an qualifizierten Menschen sorgen.

Teilnehmer*innen der AG

Ackermann, Dr. Till (VDV)
Albers, Annette (Verband Region Stuttgart)
Bach, Holger (ADAC Württemberg e.V.)
Bading, Alexandra (Wirtschaftsförderung Region Stuttgart)
Bante, Bernd (Audi AG)
Beyer, Kiki (Ministerium für Verkehr BW)
Blömacher, Jan (Städtetag BW)
Bockholt, Torben (Gemeindetag BW)
Böhm, Alexander (Schaeffler-Paravan Technologie GmbH & Co.KG)
Bosch, Tobias (Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau BW)
Dolata, Sophia (Ministerium für Verkehr BW)
Engelbach, Dr. Wolf (Ministerium für Verkehr BW)
Fillinger, Dietmar (SSB AG)
Fischer, Dr. Wolfgang (e-mobil BW)
Friedrich, Prof. Dr. Markus (Universität Stuttgart)
Geiger, Manuel (LVI)
Gerhäuser, Isabell (Staatsministerium BW)
Herrmann, Dr. Florian (Fraunhofer IAO)
Kagerbauer, Dr. Martin (KIT)
Kassner, Thomas (ADAC Württemberg e.V.)
Keilhoff, Dr. Dan (Universität Stuttgart)
Kiebel, Marc (ZF Friedrichshafen AG)
Kraus, Jobst (BUND BW)
Lang, Axel (Robert Bosch GmbH)
Liebold, Kai (Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau BW)

Lierzer, Sven (BridgingIT GmbH)
Lorenz, Markus (Städtetag BW)
Mayer-Kreitz, Dr. Marion (Ministerium für Verkehr BW)
Metz, Carl-Eugen (ADAC Württemberg e.V.)
Misselbeck, Anja (Daimler AG)
Müller, Thorsten (Siemens AG)
Nickel, Erich (Schaeffler-Paravan Technologie GmbH & Co.KG)
Pawlak, Marius (Stadt Ulm)
Pleschinger, Tony (Robert Bosch GmbH)
Poprawa, Florian (Siemens AG)
Rabieh, Dr. Sami, (Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration BW)
Rheinemann, Uwe (Siemens AG)
Ruprecht, Michael (e-mobil BW)
Sigloch, Andreas (Ministerium für Verkehr BW)
Steiner, Ulrich (Landeshauptstadt Stuttgart)
Stumpf, Kristina (e-mobil BW)
Tempel, Dr. Heiko (Ministerium für Verkehr BW)
Tözun, Dr. Reha (Bridging IT)
Viehl, Dr. Alexander (FZI)
von Rolbeck, Annette (ZF Friedrichshafen AG)
Weber, Ulrich (VDV)
Weber, Dr. Witgar (WBO)
Weimer, Jürgen (DLR)
Weiß, Wolfgang (KVV)
Wörner, Prof. Dr. Ralf (Hochschule Esslingen)

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg

Konzeption und Realisation

e-mobil BW GmbH – Landesagentur für neue Mobilitätslösungen

und Automotive Baden-Württemberg

www.e-mobilbw.de

Layout/Satz/Illustration

markentrieb – Die Kraft für Marketing und Vertrieb

Stand: Mai 2020

