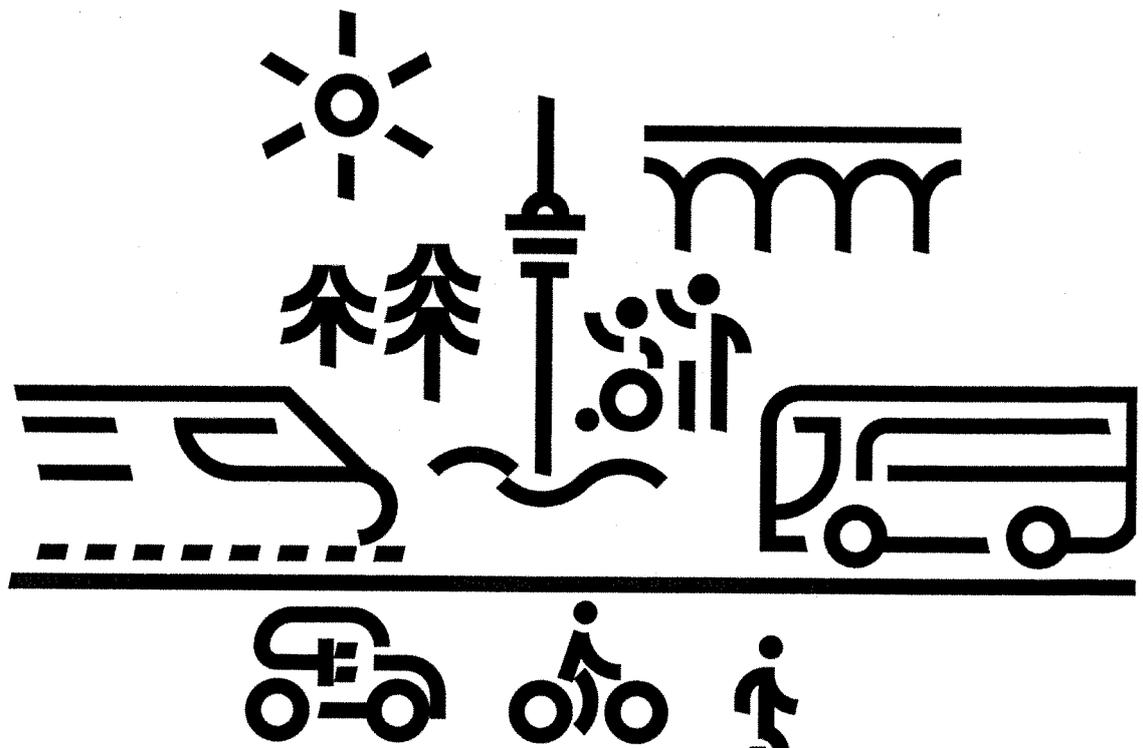




Autonomes Fahren im öffentlichen Verkehr ermöglichen – Ein Impuls für die länderübergreifende Zusammenarbeit





Inhaltsverzeichnis

1.	Chancen und Herausforderungen durch die Technologie des autonomen Fahrens im öffentlichen Verkehr	3
2.	Nächste Schritte zur Ergreifung der Chancen und Adressierung bestehender Herausforderungen.....	6
3.	Aufruf zur Bündelung der Aktivitäten.....	7



1. Chancen und Herausforderungen durch die Technologie des autonomen Fahrens im öffentlichen Verkehr

Der Technologie des autonomen Fahrens, insbesondere der Nutzung im öffentlichen Verkehr, werden perspektivisch enorme Potenziale zur Optimierung der Verkehrssysteme zugesprochen. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass die Technologie des autonomen Fahrens auch fundamentale Auswirkungen auf die Wertschöpfung im Mobilitätssektor haben wird. Daraus leiten sich sowohl Chancen als auch Herausforderungen für das autonome Fahren im öffentlichen Verkehr ab. Wir wollen einen Impuls setzen, der die diversen Ansätze und Projekte mit autonomen Shuttlebussen zusammenführt. Es soll ein Netzwerk von Akteuren geknüpft werden, damit ein Roll-Out im großen Maßstab möglich wird.

Chancen für das autonome Fahren im öffentlichen Verkehr

Die Bedeutung der Technologie des autonomen Fahrens liegt dabei vor allem darin, dass diese perspektivisch zu einer deutlichen Erweiterung und Stärkung des öffentlichen Mobilitätssystems beitragen kann. Insbesondere in bisher häufig wenig durch den klassischen öffentlichen Verkehr erschlossenen Bereichen, wie dem ländlichen Raum oder Randgebieten in der städtischen Peripherie oder in Randzeiten, kann die Technologie dazu beitragen, Verkehre effizienter, nachhaltiger und sicherer zu gestalten und damit die Erschließung dieser Bereiche zu befördern. Dem heute schon deutlich zu Tage tretenden Fachkräftemangel könnte mit autonom fahrenden Fahrzeugen zudem begegnet werden.

Deutschland hat die Chance in einem zukunftsorientierten Markt eine bedeutende Rolle zu übernehmen und damit die deutsche – und die europäische – Wirtschaft durch Innovationen nachhaltig zu stärken. Die Automobilindustrie im Land könnte die Produktion der autonomen Shuttles übernehmen und so die Wertschöpfung im Land generieren. Sie könnte zugleich Exportpotenziale erschließen. Für die beteiligten Unternehmen, zum Beispiel Fahrzeughersteller und Automobilzulieferer, bieten sich vielversprechende neue Geschäftsfelder, Arbeitsplätze in der Branche werden gesichert und neu geschaffen. Analog dazu können auch die Aufgabenträger im öffentlichen Verkehr durch den Einsatz autonomer Fahrzeuge im öffentlichen Verkehr mittelfristig durch neue Geschäfts- und Betriebsmodelle die bisherige Bereitstellung des klassischen öffentlichen Verkehrs substanziell erweitern.

Herausforderungen für das autonome Fahren im öffentlichen Verkehr

Den dargestellten Chancen stehen jedoch eine Reihe an umfassenden und interdependenten Herausforderungen gegenüber, die es zu adressieren gilt. Im Vordergrund stehen hierbei technologische, regulatorische und wirtschaftliche Herausforderungen.

Zugleich gibt es auch Herausforderungen bei der Implementierung autonomer Fahrzeuge im öffentlichen Nahverkehr. **Technologische Herausforderungen** umfassen die Sicherstellung von Zuverlässigkeit und Sicherheit autonomer Fahrzeuge sowie die Entwicklung effizienter und sicherer Fernüberwachungssysteme. Für den Betrieb und Einsatz autonomer Fahrzeuge im öffentlichen Nahverkehr müssen klare Vorschriften und Richtlinien entwickelt werden.

Der Erprobung auf der Basis von Realbetrieben stehen **regulatorische Herausforderungen entgegen**. Zwar wurde mit der Änderung des Straßenverkehrsgesetzes in 2021 und der „Autonome-Fahrzeuge-Genehmigungs-und-Betriebs-Verordnung“ (AFGBV, 2022) der regulatorische Rahmen geschaffen, um den Regelbetrieb autonomer Fahrzeuge in Deutschland zu ermöglichen. Es bestehen allerdings noch weitere Anpassungsbedarfe, um die Genehmigungspraxis zu erleichtern und damit einen skalierten Regelbetrieb zu ermöglichen. Hierdurch würden den Herstellern klare Marktperspektiven aufgezeigt. Zu den regulatorischen Herausforderungen gehört zudem, effiziente und zugleich sichere Lösungen für die technische Aufsicht von autonomen Fahrzeugen zu erarbeiten. Das bisher vorgesehene Verhältnis von 1:1 ist perspektivisch nicht tragfähig und sollte durch eine ökonomisch tragfähige Anzahl in einer Leitstelle ersetzt werden. Dabei muss allerdings sichergestellt werden, dass die Akzeptanz der Technologie durch die Nutzer:innen gewährleistet bleibt, entsprechende Anforderungen werden aktuell erarbeitet.

Die Bewältigung technologischer und regulatorischer Herausforderungen ist unerlässlich, um **wirtschaftliche Herausforderungen** erfolgreich gestalten zu können, sowohl in der Branche für autonomes Fahren als auch bei Akteuren im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Derzeit sind die Beschaffungs- und Betriebskosten für autonome Fahrzeuge sehr hoch, was vor allem auf den Einsatz von Prototypen zurückzuführen ist. Die Produktion in kleinerem Maßstab wird zwar Fortschritte bringen, aber signifikante Kostensenkungen werden voraussichtlich erst eintreten, wenn die Fahrzeugproduktion deutlich gesteigert und dadurch Skaleneffekte erzielt werden können. Dies setzt jedoch eine positive Marktperspektive für die Branche voraus.

Auch Anbieter im ÖPNV stehen vor wirtschaftlichen Herausforderungen bei der Integration autonomer Fahrzeuge. Die Initialkosten, wie z. B. für Fahrzeugsysteme, Infrastruktur,



Steuerung und Überwachung sowie weitere Komponenten, werden hoch sein. Zudem müssen etablierte Prozesse angepasst und neue entwickelt werden, was angesichts der zunächst hohen Beschaffungs- und Betriebskosten unerlässlich ist. Um diese Herausforderungen zu meistern, müssen Anbieter tragfähige Geschäftsmodelle für den Initialbetrieb entwickeln und diese kontinuierlich weiterentwickeln, entsprechend der Fortschritte in Technologie, Kosten und gegebenenfalls auch Akzeptanz in der Bevölkerung.

Die genannten Herausforderungen können die beteiligten Akteure nicht, wie das bislang häufig der Fall war, isoliert angehen – die **fehlende Bündelung bestehender Aktivitäten** stellt eine weitere Herausforderung dar. Eine langfristig angelegte, koordinierte und koordinierende Bündelung laufender Aktivitäten mit dem gemeinsamen Ziel, das autonome Fahren im öffentlichen Verkehr in den Regelbetrieb zu überführen, ist dringend notwendig.

Autonomes Fahren im öffentlichen Verkehr in Deutschland und Europa voranbringen

Die Automobilstandorte Deutschland und Baden-Württemberg riskieren, bei der Entwicklung des autonomen Fahrens im SAE-Level 4 gegenüber internationalen Konkurrenten zurückzufallen. Auf globaler Ebene ist zu beobachten, dass der Betrieb im SAE-Level 4 die grundlegende technologische Marktreife bereits erreicht hat und kommerziell zum Einsatz kommt. Vor allem kapitalstarke Unternehmen aus den USA und der Volksrepublik China zeigen, dass so genannte SDS-Systeme (Self-Driving System) bereits im Regelbetrieb ohne Sicherheitsfahrpersonal möglich sind. Inzwischen treten diese Unternehmen auch in den deutschen Markt ein, wodurch sich die Gefahr erhöht, dass es in Deutschland nicht gelingt, die notwendigen Kompetenzen in dieser Schlüsseltechnologie aufzubauen und die Potentiale zu nutzen. Dies könnte zu einer wachsenden technologischen Abhängigkeit von außereuropäischen Anbietern führen.

Bisher wurden in Deutschland umfangreiche Förderprojekte zur Entwicklung und Erprobung der Technologie durchgeführt, jedoch noch nicht in bestehende Verkehrssysteme integriert oder in den Regelbetrieb überführt. Dies liegt an fehlender technologischer Marktreife und Unklarheiten darüber, ob und wie sich die Technologie durchsetzen wird. Diesen Anspruch formuliert auch die Bundesregierung in der Strategie „Die Zukunft fährt autonom. Strategie der Bundesregierung für autonomes Fahren im Straßenverkehr“ und fordert, dass „das autonome Fahren [bis 2030] überall in Deutschland im Regelbetrieb stattfinden [soll]“. Im Koalitionsvertrag der Bundesregierung heißt es zudem: „Wir machen Deutschland zum



Leitmarkt für autonomes Fahren und werden mit den Ländern Modellregionen entwickeln und mitfinanzieren.“

Um einen wachsenden Markt für autonome Fahrzeuge zu unterstützen, braucht es Hersteller, die Fahrzeuge mit notwendigem Reifegrad in großen Stückzahlen produzieren, sowie das Interesse und die Bereitschaft der Aufgabenträger im öffentlichen Verkehr, diese Fahrzeuge einzusetzen. Um dem Anspruch gerecht zu werden, Leitmarkt für autonomes Fahren im öffentlichen Verkehr zu werden, sind dringend gemeinsame Anstrengungen aller Akteure – aus Wirtschaft, Politik, Verwaltung und Gesellschaft – erforderlich.

2. Nächste Schritte zur Ergreifung der Chancen und Adressierung bestehender Herausforderungen

Die beteiligten Akteure brauchen eine verlässliche Perspektive, die dem Ziel, Deutschland zum Leitmarkt für den Einsatz autonomer Fahrzeuge im öffentlichen Verkehr zu machen, eine hohe Priorität einräumt. Dies ist insbesondere für die Industrie bedeutsam, die darauf angewiesen ist, dass sie Abnehmer:innen für ihre in hoher Stückzahl produzierten Fahrzeuge vorfindet – nur auf diesem Weg gelingt der Einstieg in die Serienproduktion. In dieser Initialisierungsphase bedarf es wesentlicher Unterstützung durch die öffentliche Hand.

Baden-Württemberg arbeitet an der Etablierung eines Leitmarkts für autonomes Fahren im öffentlichen Verkehr. Dies erfordert Unterstützung in der Initialisierungsphase durch die öffentliche Hand, um höhere Betriebskosten auszugleichen und sichere Absatzmärkte für die Industrie zu schaffen.

Baden-Württemberg verfolgt dabei den Ansatz, ein Ökosystem zu schaffen, bei dem alle relevanten Akteure einbezogen werden, um innovative und verbindliche Partnerschaften zwischen Herstellern und Abnehmern zu entwickeln. Die Beteiligung der Kommunen als Leistungserbringer im öffentlichen Nahverkehr ist dabei zu betonen, da sie entscheiden, wie autonome Fahrzeuge eingesetzt und in bestehende Systeme integriert werden.

Die Finanzierung ist ein Schlüsselfaktor für den Erfolg. Fördermittel durch den Bund oder die EU sowie Landesförderprogramme sollten zusätzlich zu Bestellerentgelten in Betracht gezogen werden, um Initialisierungsaufwände zu reduzieren und substantielle Weiterentwicklungen der Technologie im Realbetrieb zu ermöglichen.



Regionale Modellregionen sind dahingehend ein wichtiger und vielversprechender Ansatz, um Fahrzeuge in immer größeren Stückzahlen im Realbetrieb auf die Straße zu bringen, Ressourcen und Know-How zu bündeln und mittelfristig Initialisierungsaufwände durch Hebung von Synergiepotenzialen, Austausch von Best Practices und schließlich auch Skaleneffekte zu nutzen. Erste Ergebnisse aus Baden-Württemberg zeigen, dass nur ein ganzheitlicher Ansatz unter Einbeziehung aller relevanten Akteure die aktuelle Technologie- und Volumenbarriere überwinden kann. Wir schlagen deshalb eine **Umsetzungsbündelung Autonome Shuttle-Verkehre** vor, um mit Modellregionen den Weg zu einem Regelbetrieb zu ebnen. Darüber hinaus muss die organisatorische Integration autonomer Fahrzeuge in den bestehenden ÖPNV vertieft untersucht werden, um insbesondere Erkenntnisse hinsichtlich der Interaktion und Akzeptanz mit Fahrgästen zu gewinnen und verkehrsmittelübergreifende Reiseketten zu ermöglichen.

3. Aufruf zur Bündelung der Aktivitäten

Deutschland hat das Potenzial, sich an die Spitze der Entwicklung und flächendeckenden Einführung von autonomen Fahrzeugen im öffentlichen Verkehr zu setzen und dabei das Spannungsfeld von (neuen) Mobilitätssystemen und wirtschaftlichen Interessen proaktiv zu gestalten. Gleichzeitig besteht für dieses Ziel aktuell großer zeitlicher Handlungsdruck: Um den Anschluss an internationale Wettbewerber nicht zu verlieren, muss zügig und entschlossen gehandelt werden.

Dies kann nur unter Einbindung aller relevanten Akteure die notwendige Wirkung entfalten. Es ist deshalb von zentraler Bedeutung, zeitnah eine gemeinsame Perspektive einzunehmen, insbesondere unter Einbindung der heimischen Hersteller und Leistungserbringer des ÖPNV.

Baden-Württemberg wird dieses Vorhaben und die damit verbundenen Ansätze gerne in einer länderübergreifenden Initiative vorantreiben. Dazu schlägt das Verkehrsministerium Baden-Württemberg vor, einen länderübergreifenden Dialog aufzunehmen, um über mögliche Ziele, Maßnahmen und Akteure eines möglichen gemeinsamen Vorgehens zu beraten und eine Umsetzungsbündelung zu bilden.

Die aktuellen Überlegungen der Bundesregierung, Modellregionen als einen möglichen Ansatz für die iterative Überführung in einen Regelbetrieb in Betracht zu ziehen, sind hierzu hilfreich. Die praxisorientierte Weiterentwicklung bestehender Genehmigungsverfahren ist hierfür ein weiterer wichtiger Baustein. Auch deshalb ist die Mitwirkung des Bundesministeriums für Verkehr (BMV) wichtig.