Die – noch – nicht genutzte Chance

Autonome Verkehre im ÖPNV: Keine Zeit mehr verlieren – wie der Durchbruch in Europa gelingen kann

Ursachen der Marktblockade und Lösungsansätze für den autonomen Öffentlichen Personennahverkehr



Die – noch – nicht genutzte Chance

Herausgegeben von der PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft

Maximilian Rohs, Gabriel Flore, Dr. Georg Queisner und Prof. Dr. Matthias von Kaler

Oktober 2026, 32 Seiten, 3 Abbildungen, Softcover

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigungen, Mikroverfilmung, die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Medien sind ohne Zustimmung des Herausgebers nicht gestattet.

Die Inhalte dieser Publikation sind zur Information unserer Mandanten bestimmt. Sie entsprechen dem Kenntnisstand der Autoren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Für die Lösung einschlägiger Probleme greifen Sie bitte auf die in der Publikation angegebenen Quellen zurück oder wenden sich an die genannten Ansprechpartner. Meinungsbeiträge geben die Auffassung der einzelnen Autoren wieder. In den Grafiken kann es zu Rundungsdifferenzen kommen.

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary 4

01 Die nicht genutzte Chance 6

02 Ursachen der Marktblockade: Warum Nachfrage und Angebot nicht zusammenfinden 8

03 Die Lösungsansätze 13

04 Fazit und Blick nach vorne 21

Annex: Regulatorische Rahmenbedingungen und Blick nach vorne 23

Ihre Ansprechpersonen 30

Executive Summary

Europa verfügt über die Voraussetzungen für den Durchbruch des autonomen öffentlichen Verkehrs, nutzt diese Chance bislang jedoch nicht konsequent. Autonomes Fahren auf Level 4 hat in den USA und China bereits den Schritt in den kommerziellen Betrieb vollzogen. Auch Europa und insbesondere Deutschland verfügen über starke Industrie- und Technologieakteure, zahlreiche Pilotprojekte sowie einen grundsätzlich geeigneten Rechtsrahmen. Dennoch gelingt der Übergang vom Projekt zum skalierbaren Regelbetrieb bislang nicht. Der Hochlauf autonomer Mobilität ist nicht nur eine sozial- und verkehrspolitische, sondern auch eine industrie- und wirtschaftspolitische Zukunftsfrage für Europa.

Das zentrale Problem ist keine technologische, sondern eine strukturelle Marktblockade. Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger benötigen verfügbare, zugelassene und wirtschaftlich kalkulierbare Fahrzeuge, bevor sie größere Flotten beschaffen. Hersteller wiederum können Typgenehmigung, Industrialisierung und wettbewerbsfähige Preise erst rechtfertigen, wenn belastbare Nachfrage und verbindliche Beschaffungsvolumina bestehen. Beide Seiten warten aufeinander, wodurch der Markthochlauf ins Stocken gerät. Diese Blockade wird durch drei Faktoren verstärkt:

- **Finanzielle Unsicherheit:** Der Markt benötigt erhebliche Anfangsinvestitionen, während die bestehende Förderlandschaft vor allem Pilotprojekte statt skalierbarer Regelbetriebe unterstützt.
- **Regulatorische Komplexität:** Obwohl Deutschland bereits über einen Rechtsrahmen verfügt, erschweren komplexe Genehmigungs- und Betriebsanforderungen sowie fehlende europäische Harmonisierung die Skalierung.
- **Strategische Unsicherheit:** Viele Verkehrsunternehmen haben noch keine klare Vorstellung von ihrer künftigen Rolle sowie den dafür erforderlichen Fähigkeiten und Organisationsstrukturen.

Die Blockade lässt sich auflösen, wenn Nachfrage, Finanzierung und Regulierung gemeinsam angegangen werden. Drei Handlungsfelder sind dabei entscheidend:

1. **Strategische Klarheit schaffen** und frühzeitig Fähigkeiten für den autonomen Betrieb aufbauen.
2. **Beschaffung und Finanzierung neu denken**, etwa durch Full-Service-Modelle, gebündelte Beschaffungen und befristete staatliche Risikoabsicherungen.
3. **Den Rechtsrahmen vereinfachen und europäisch harmonisieren**, um Skalierung und Investitionssicherheit zu ermöglichen.

Alle drei Handlungsfelder müssen darauf ausgerichtet werden, den Übergang vom Pilotprojekt zum skalierbaren Regelbetrieb zu ermöglichen, indem Projekte von Beginn an auf Verstetigung, Wirtschaftlichkeit und Skalierung ausgerichtet werden.

Wer abwartet, verliert nicht nur Zeit, sondern auch Wertschöpfung und Gestaltungsmacht. Wer jetzt handelt, schafft die Grundlage für einen wettbewerbsfähigen europäischen Markt für einen autonomen Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV).

01

Die nicht genutzte Chance

Autonomes Fahren auf Level 4 hat den Sprung von der technologischen Vision zur praktischen Anwendung geschafft. Während in den USA und China bereits große fahrerlose Flotten im kommerziellen Betrieb unterwegs sind – beispielsweise führt Waymo nach eigenen Angaben rund 500.000 bezahlte Fahrten pro Woche durch und betreibt mehr als 3.000 Robotaxis im Regelbetrieb – entstehen inzwischen auch in Europa erste Anwendungen, die den Übergang vom Pilotprojekt zum Regelbetrieb vollziehen. Während der Markthochlauf in China durch staatliche Investitionen und in den USA durch umfangreiches Risikokapital unterstützt wird, wird Europa seine leistungsfähigen Hersteller, Technologieanbieter und Verkehrsunternehmen sowie die hohe Nachfrage nach nachhaltiger und leistungsfähiger Mobilität nur dann in einen wettbewerbsfähigen Markt überführen können, wenn der Staat die Entwicklung durch geeignete industriepolitische Maßnahmen aktiv flankiert.

Auch Deutschland startet keineswegs bei null. In zahlreichen Förderprogrammen, Pilotprojekten und Erprobungsräumen wurden wichtige Erfahrungen gemacht und Erkenntnisse erzielt. Mit dem Gesetz zum autonomen Fahren verfügt Deutschland zudem über einen der weltweit fortschrittlichsten Rechtsrahmen für autonome Fahrzeuge im öffentlichen Straßenverkehr. Dennoch bleibt der Schritt in einen skalierbaren Regelbetrieb bislang noch aus.

Gleichzeitig nimmt die Dynamik international deutlich zu. In Stavanger, Norwegen, wurde erstmals ein autonomer Bus für den fahrerlosen Linienbetrieb zugelassen. In Kroatien entsteht mit „Verne“ der erste kommerzielle Robotaxi-Dienst Europas. Parallel bereitet Waymo den Markteintritt in Deutschland vor und hat München als ersten Standort für einen kommerziellen Robotaxi-Betrieb ausgewählt. Die Entwicklung zeigt: Die entscheidende Frage lautet heute nicht mehr, ob autonome Mobilität funktioniert, sondern wie schnell sie skaliert werden kann.

Für Europa eröffnet sich daraus eine dreifache Chance. Autonome Verkehre können die Mobilitätsversorgung insbesondere in ländlichen Räumen und Randzeiten verbessern, einen Beitrag zur Bewältigung des zunehmenden Fahrpersonalmangels leisten und gleichzeitig Kosten reduzieren. Neben den verkehrlichen und gesellschaftlichen Vorteilen entscheidet der Hochlauf



© Holon GmbH.

autonomer Mobilität auch über Europas künftige Wertschöpfung, Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit. Entlang der Wertschöpfungskette entstehen dabei neue innovative und hochqualifizierte Arbeitsplätze in Bereichen wie Softwareentwicklung, Leitstellenbetrieb, Datenmanagement, Fahrzeugtechnik und Cybersecurity.

Warum Europa nicht einfach warten kann: Wer den Hochlauf autonomer Mobilität lediglich importiert, importiert auch die zugrunde liegende Wertschöpfung. Fahrzeugentwicklung, Fahrsoftware, Betriebsplattformen und Datenökosysteme würden dauerhaft von außereuropäischen Anbietern geprägt. Gleichzeitig entscheidet ein starker Heimatmarkt darüber, ob europäische Hersteller die für Skalierung, Industrialisierung und internationale Wettbewerbsfähigkeit erforderlichen Stückzahlen erreichen. Wer abwartet, überlässt den Markt den Akteuren aus den USA und China und riskiert, dass Wertschöpfung, Arbeitsplätze und technologische Gestaltungsmacht langfristig außerhalb Europas entstehen.

Hinzu kommen die Faktoren Sicherheit und Resilienz. Autonome Flotten erfassen mit Kameras, Lidar und Radar kontinuierlich ihre Umgebung und erzeugen hochauflösende 3D-Karten ganzer Betriebsbereiche. Wer Plattformen, Steuerungssysteme und Daten kontrolliert, kontrolliert damit Teile kritischer Infrastruktur. Da der ÖPNV als Daseinsvorsorge auch in Krisensituationen verfügbar sein muss, sollten Manipulationsmöglichkeiten – etwa über die Software – so weit wie möglich ausgeschlossen und bereits im Zulassungsprozess adressiert werden. Genau hierin liegt die bislang ungenutzte Chance: Technologie, Nachfrage und rechtliche Grundlagen sind weitgehend vorhanden, der Markthochlauf bleibt jedoch aus. Statt eines Übergangs in den Regelbetrieb dominiert weiterhin die Pilotlogik. Warum Europa trotz guter Voraussetzungen den nächsten Schritt bislang nicht geht, ist Gegenstand des folgenden Kapitels.

02

Ursachen der Marktblockade: Warum Nachfrage und Angebot nicht zusammenfinden

Die zentrale Herausforderung des autonomen ÖPNV liegt heute nicht mehr primär in der Technologie. Fahrzeuge, Software und regulatorische Grundlagen sind in wesentlichen Teilen vorhanden. Dennoch gelingt der Übergang vom Pilotprojekt zum Regelbetrieb bislang nicht.

Der Grund dafür ist eine strukturelle Marktblockade, die sich als klassisches Henne-Ei-Problem beschreiben lässt: Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger möchten erst dann in größere Fahrzeugflotten investieren, wenn wirtschaftliche, zugelassene und betrieblich erprobte Lösungen verfügbar sind. Hersteller wiederum können die für die Industrialisierung, Typgenehmigung und Serienfertigung notwendigen Investitionen erst rechtfertigen, wenn belastbare Nachfrage und verbindliche Abnahmeperspektiven bestehen. Beide Seiten warten damit auf ein Signal der jeweils anderen Marktseite. Das Ergebnis ist ein Markt, in dem viele Akteure aktiv sind, der entscheidende Schritt von der Erprobung zur Skalierung jedoch ausbleibt.

Diese Marktblockade wird durch drei miteinander verknüpfte Faktoren verstärkt: finanzielle und wirtschaftliche Unsicherheiten, regulatorische Herausforderungen sowie strategische und organisatorische Fragestellungen. Die folgenden Abschnitte analysieren diese Ursachen jeweils aus Sicht von Verkehrsunternehmen und Aufgabenträgern sowie der Hersteller autonomer Fahrzeuge.

Finanzierung und Wirtschaftlichkeit

Autonome Mobilität verspricht langfristig wirtschaftliche Vorteile gegenüber fahrerbasierten Verkehren. Der Weg dorthin erfordert jedoch erhebliche Vorleistungen auf beiden Marktseiten.

Für Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger stellt sich die Frage, wie die Anschaffung und der Betrieb autonomer Flotten finanziert werden können, solange belastbare Erfahrungswerte aus dem Regelbetrieb fehlen. Zwar verspricht autonomer Verkehr langfristig Effizienzgewinne und eine Entlastung bei den Fahrpersonalkosten, gleichzeitig erfordert der Markthochlauf erhebliche Vorabinvestitionen in Fahrzeuge, Infrastruktur, Leitstellen und neue Betriebsprozesse. Die heutige Förderlandschaft unterstützt jedoch überwiegend Forschungs- und Pilotprojekte, nicht den Aufbau dauerhaft tragfähiger Regelbetriebe. Der ÖPNV kann Nachfrage bündeln und den Markt vorbereiten, jedoch nicht die industrielle Entwicklung und Skalierung autonomer Systeme finanzieren. Hierfür sind zusätzliche industriepolitische Finanzierungsinstrumente erforderlich. Hinzu kommt, dass autonome Mobilität mit anderen prioritären Investitionen des ÖPNV – etwa der Elektrifizierung von Busflotten, Ladeinfrastruktur oder Digitalisierungsvorhaben – um begrenzte öffentliche Mittel konkurriert. Entsprechend fehlt vielen Akteuren die finanzielle Grundlage, frühzeitig größere Flotten aufzubauen und damit die für die Wirtschaftlichkeit notwendige Skalierung zu erreichen.

Auch auf Herstellerseite ist die Situation anspruchsvoll. Die Entwicklung autonomer Fahrsysteme, die Typgenehmigung der Fahrzeuge sowie der Aufbau industrieller Produktionskapazitäten erfordern hohe Investitionen. Diese lassen sich jedoch nur rechtfertigen, wenn ausreichende Absatzperspektiven bestehen. Ohne absehbare Nachfrage werden Investitionen verschoben, wodurch verfügbare Fahrzeuge und sinkende Stückkosten wiederum ausbleiben. Während China, die USA und zunehmend auch der Mittlere Osten bereits Großaufträge und industrielle Hochläufe ermöglichen – dort skalieren Anbieter wie Baidu Apollo Go, Pony.ai, WeRide und Waymo bereits ihre Flotten – fehlen in Europa bislang ausreichende Nachfragevolumina. Europäische Anbieter müssen daher hohe Vorleistungen für Entwicklung, Typgenehmigung und Produktion erbringen, bevor ein tragfähiger Markt entstanden ist. Die Folge: Investitionen werden zurückgestellt und die Industrialisierung verzögert sich weiter.

Daraus resultiert ein klassischer Skalierungskonflikt: Die Wirtschaftlichkeit entsteht erst mit zunehmender Verbreitung autonomer Systeme, die dafür notwendigen Investitionen werden jedoch gerade wegen der fehlenden Skalierung unterlassen.

Regulierung und Genehmigung

Häufig wird der Eindruck vermittelt, der autonome ÖPNV scheitere an fehlenden rechtlichen Grundlagen. Diese Erklärung greift zu kurz. Deutschland verfügt mit dem Straßenverkehrsgesetz (StVG), der Verordnung zur Genehmigung und zum Betrieb von Kraftfahrzeugen mit autonomer Fahrfunktion in festgelegten Betriebsbereichen (AFGBV) sowie den Regelungen des Personenbeförderungsrechts bereits heute über einen international beachteten Rechtsrahmen für autonome Fahrzeuge. Auch auf europäischer Ebene wurden mit der Verordnung (EU) 2018/858, der Verordnung (EU) 2019/2144 und der Durchführungsverordnung (EU) 2022/1426 zur Verordnung (EU) 2019/2144 wichtige Grundlagen für die Typgenehmigung autonomer Systeme geschaffen.

Die regulatorische Herausforderung liegt daher weniger im Fehlen von Regeln als vielmehr in deren Skalierbarkeit. Derzeit existieren zwei Zulassungspfade: die europäische Kleinserientypgenehmigung für autonome Fahrzeuge sowie der deutsche Betriebsbereichsansatz nach StVG und AFGBV. Beide Wege ermöglichen erste Anwendungen und Pilotbetriebe, sind jedoch nur bedingt auf einen großflächigen Markthochlauf ausgelegt. Während die europäische Typgenehmigung bislang durch Stückzahlbegrenzungen gekennzeichnet ist, ermöglicht der deutsche Ansatz lediglich national begrenzte Betriebsbereiche und entfaltet keine europäische Wirkung.

Hinzu kommt die hohe Komplexität der Genehmigungsverfahren. Bei der Zulassung autonomer Fahrzeuge wird nicht allein das Fahrzeug, sondern das gesamte soziotechnische System betrachtet. Hersteller müssen umfangreiche Sicherheitsnachweise für Fahrzeug, Sensorik, Software, Kommunikationsschnittstellen, Backend-Systeme und Betriebsprozesse erbringen. Die sichere Beherrschung der Fahraufgabe ist jeweils innerhalb einer definierten Betriebsdomäne nachzuweisen und kann durch die Genehmigungsbehörden durch eigene Tests überprüft werden. Da für KI-basierte Level-4-Systeme bislang keine vollständig standardisierten und skalierbaren Prüfverfahren existieren, werden Genehmigungen häufig als individuelle Sicherheitsfälle behandelt. Erweiterungen von Betriebsbereichen oder technische Weiterentwicklungen können dadurch erneute Prüfungen und Nachweise erforderlich machen.

Für Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger führt dies zu Unsicherheiten hinsichtlich Genehmigungsdauer, Betriebsumfang und der Übertragbarkeit erfolgreicher Konzepte auf weitere Regionen. Hersteller wiederum sehen sich mit hohen Zulassungs- und Nachweiskosten konfrontiert, die eine schnelle Industrialisierung erschweren.

Gleichzeitig zeichnet sich bei einem zentralen Hindernis bereits eine Lösung ab. Die bislang bestehende Stückzahlbegrenzung der europäischen Kleinserientypgenehmigung wird sowohl von Industrie als auch vom Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (**VDV**) als Hemmnis für den Markthochlauf bewertet. Mit den Beschlüssen der Wirtschaftskommission Europa der Vereinten Nationen (**UNECE**) vom Juni 2026 liegt mittlerweile die technische Grundlage für einen regulatorischen Großserienpfad vor, dessen Umsetzung auf europäischer Ebene erwartet wird. Die eigentliche Herausforderung verschiebt sich damit zunehmend von der Fahrzeugzulassung hin zum Betriebsrecht, den Genehmigungsprozessen und der fehlenden Harmonisierung innerhalb Europas.

Der bestehende Rechtsrahmen ermöglicht somit bereits heute erste autonome Verkehrsangebote. Für einen europaweiten Regelbetrieb mit größeren Fahrzeugflotten fehlt jedoch weiterhin ein skalierbares, harmonisiertes und wiederholbares Genehmigungs- und Betriebsmodell. Genau hierin liegt die regulatorische Dimension der Marktblockade.



© Automated eBus for Munich: ADASTEC, MAN and MVG Bring Automated Driving to Urban Public Transport.

Strategische und organisatorische Unsicherheit

Neben Finanzierung und Regulierung besteht auf beiden Marktseiten erheblicher Klärungsbedarf hinsichtlich künftiger Rollen, Zuständigkeiten und Fähigkeiten. Autonomer Verkehr verändert nicht nur die Fahrzeugtechnologie, sondern die gesamte Wertschöpfungslogik des ÖPNV.

Für Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger stellt sich die Frage, welche Rolle sie künftig im autonomen Mobilitätssystem einnehmen möchten. Soll der Betrieb weiterhin weitgehend in eigener Verantwortung erfolgen oder sollen Aufgaben wie Technische Aufsicht, Leitstellenbetrieb, Flottenmanagement, Wartung oder Fahrzeugbereitstellung durch spezialisierte Partner übernommen werden? Gleichzeitig entstehen neue Anforderungen an Personal, Prozesse und Organisation. Technische Aufsicht, Datenmanagement, Cybersecurity, Fernüberwachung und die Integration autonomer Fahrzeuge in bestehende Betriebsabläufe gehören bislang nicht zum Kerngeschäft vieler Verkehrsunternehmen.

Auch auf Herstellerseite sind die künftigen Rollen noch nicht abschließend definiert. Die zentrale Frage lautet, ob sich Hersteller auf die Bereitstellung von Fahrzeugen beschränken oder künftig integrierte Gesamtangebote aus Fahrzeug, Software, Betrieb, Wartung, Finanzierung und technischen Dienstleistungen bereitstellen. Die Grenzen zwischen Fahrzeughersteller, Technologieanbieter und Mobilitätsdienstleister beginnen dabei zunehmend zu verschwimmen.

Die Unsicherheit über künftige Markt- und Rollenmodelle erschwert Investitionsentscheidungen auf beiden Seiten. Solange nicht klar ist, wer welche Aufgaben übernimmt und welche Fähigkeiten langfristig benötigt werden, bleiben Investitionen in Organisation, Personal, Technologie und Infrastruktur vielfach aufgeschoben. Die Folge ist, dass die notwendige Skalierung des Marktes langsamer voranschreitet als die technologische Entwicklung selbst. Die Herausforderung besteht daher nicht nur darin, autonome Fahrzeuge zu beschaffen oder zu entwickeln, sondern auch darin, die künftige Rollenverteilung und Zusammenarbeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette neu zu definieren.

Zwischenfazit

Die zentrale Herausforderung des autonomen ÖPNV liegt heute nicht mehr in der technischen Machbarkeit, sondern in der Schaffung der Voraussetzungen für einen skalierbaren Markt. Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger warten auf wirtschaftlich tragfähige und regulatorisch verlässliche Lösungen, Hersteller auf belastbare Nachfrage und ausreichende Abnahmevolumina. Finanzierungsrisiken, komplexe Genehmigungsprozesse und ungeklärte Rollenmodelle verstärken dieses Henne-Ei-Problem zusätzlich. Erst wenn diese Hemmnisse gemeinsam angegangen werden, kann der Schritt vom Pilotprojekt zum wirtschaftlich tragfähigen Regelbetrieb gelingen.



03

Die Lösungsansätze

Die Marktblockade des autonomen ÖPNV lässt sich nicht durch eine einzelne Maßnahme auflösen. Erforderlich ist vielmehr ein Bündel aufeinander abgestimmter Schritte, die Finanzierung, Regulierung und organisatorische Voraussetzungen gleichzeitig umfassen. Entscheidend ist dabei weniger die Entwicklung neuer Technologien als die Schaffung der Rahmenbedingungen für deren Skalierung.

Finanzierung und Beschaffung neu denken

Autonome Mobilität kann langfristig einen wirtschaftlich tragfähigen Betrieb ermöglichen. Die größte Herausforderung liegt jedoch in der Finanzierung des Markthochlaufs. Entsprechend sollte der Fokus weniger auf zusätzlichen Förderprogrammen als auf neuen Finanzierungs- und Beschaffungsmodellen liegen.

Ein zentraler Ansatz sind nutzungsbasierte Full-Service-Modelle. Anstatt Fahrzeuge selbst zu beschaffen, beziehen Verkehrsunternehmen Mobilitätsleistungen inklusive Fahrzeug, Betrieb, Wartung und Finanzierung über kilometer- oder betriebsstundenbasierte Vergütungsmodelle. Dadurch werden hohe Anfangsinvestitionen reduziert, während Restwert-, Technologie- und Auslastungsrisiken ganz oder teilweise auf Hersteller, Betreiber und Finanzierer verlagert werden.

Abb. 1 Das Full-Service-Modell: Fahrzeug, Betrieb und Finanzierung als nutzungsbasiert abgerechnete Komplettleistung

Das Full-Service-Modell: Nutzung statt Kauf
Fahrzeug, Betrieb und Finanzierung als eine nutzungsbasiert abgerechnete Komplettleistung

Full-Service-Anbieter

- Fahrzeug (Eigentum)
- Betrieb & technische Aufsicht
- Wartung & Instandhaltung
- Finanzierung der Flotte

stellt Komplettleistung bereit
Fahrzeug + Betrieb + Finanzierung →

← **zahlt nutzungsbasiert**
je Kilometer – je Betriebsstunde

Verkehrsunternehmen/ Aufgabenträger

- keine Fahrzeug-Investition
- keine hohen Kapitalkosten
- plant Angebot & Nachfrage
- behält Tarif- & Marktzugang

Effekt: Der Betreiber trägt keine hohen Kapitalkosten der Beschaffung; Restwert- und Auslastungsrisiko der neuen Anlageklasse liegen beim Anbieter – autonome Mobilität wird auch für Aufgabenträger mit knappen Investitionsbudgets darstellbar.



© MOIA.

Ebenso wichtig sind neue Beschaffungslogiken. Konditionierte Bestellungen, die an definierte Reifegrade oder Typgenehmigungen gekoppelt sind, können Herstellern frühzeitig Planungssicherheit geben. Ergänzend sollten Beschaffungsvolumina stärker gebündelt werden. Nur durch gemeinsame Beschaffungsvorhaben entstehen die Stückzahlen, die für Industrialisierung und sinkende Fahrzeugkosten erforderlich sind. Darüber hinaus sollten Aufgabenträger, Verkehrsunternehmen und Hersteller verstärkt auf gemeinsame technische und operative Standards hinwirken. Einheitliche Anforderungen an Fahrzeuge, Schnittstellen, Leitstellensysteme, Ladeinfrastruktur, Datenformate oder Betriebsprozesse reduzieren die Komplexität individueller Lösungen und vermeiden kostentreibende Sonderanforderungen. Je höher der Standardisierungsgrad, desto einfacher lassen sich Fahrzeuge, Softwarekomponenten und Betriebskonzepte über verschiedene Regionen und Betreiber hinweg skalieren. Standardisierung wird damit zu einem zentralen Hebel für Kostensenkungen, Interoperabilität und die Entstehung eines europäischen Massenmarktes für autonome Mobilität.

Darüber hinaus kann privates Kapital stärker mobilisiert werden. Analog zu Modellen aus dem Schienenverkehr oder der Energieinfrastruktur können Leasing-, Fonds- und Betreiberstrukturen den Markthochlauf unterstützen. Die öffentliche Hand sollte diesen Prozess durch zeitlich befristete Risikoabsicherungen, Garantierahmen oder zinsvergünstigte Finanzierungen flankieren. Ziel ist keine dauerhafte Subventionierung, sondern die Überbrückung der Hochlaufphase bis zur Erreichung wirtschaftlicher Skaleneffekte. Die bestehende Förderlandschaft sollte daher weniger Leuchtturmprojekte fördern, sondern verstärkt Investitions-, Betriebs- und Skalierungsförderungen bereitstellen.

Wirkung: Höhere Planungssicherheit für Hersteller, geringere Eintrittsbarrieren für Verkehrsunternehmen und bessere Voraussetzungen für den Übergang vom Pilotprojekt zum wirtschaftlich tragfähigen Regelbetrieb.

Regulierung vereinfachen und europäisch harmonisieren

Deutschland verfügt bereits heute über einen grundsätzlich geeigneten Rechtsrahmen für autonome Fahrzeuge. Die Herausforderung liegt daher weniger im Fehlen gesetzlicher Grundlagen als vielmehr in deren praktischer Anwendung sowie in der fehlenden Harmonisierung innerhalb Europas. Viele der häufig genannten rechtlichen Hürden erweisen sich bei näherer Betrachtung weniger als regulatorische Verbote denn als Folge von Unsicherheit, Risikoabwägungen oder mangelnden Erfahrungswerten. Dabei geht es weniger um die Schaffung vollständig neuer Instrumente als um die gesetzliche Klarstellung und Verstetigung bereits bestehender Möglichkeiten.

Erstens: Bestehende Spielräume konsequenter nutzen.

Das Vergaberecht bietet bereits heute geeignete Instrumente für die Beschaffung innovativer Leistungen, etwa über Verhandlungsverfahren oder Innovationspartnerschaften. Diese können Aufgabenträger und dem Vergaberecht unterworfene Verkehrsunternehmen nutzen. Auch die zwischen Aufgabenträgern und Verkehrsunternehmen zu vereinbarenden Verkehrsverträge und die Verordnung (EG) Nr. 1370/2007 stehen neuen Betreiber-, Konsortial- oder Full-Service-Modellen grundsätzlich nicht entgegen. Entscheidend ist daher weniger die Schaffung neuer Rechtsgrundlagen als die rechtssichere Anwendung vorhandener Instrumente.

Zweitens: Den Übergang vom Erprobungsbetrieb in den Regelbetrieb erleichtern.

Heute sind viele Vorhaben auf zeitlich befristete Testzwecke ausgerichtet, ohne dass ein klarer Pfad in einen dauerhaften kommerziellen Betrieb besteht. Für Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger entsteht dadurch Investitionsunsicherheit. Künftig sollte der Gesetzgeber den Übergang vom Erprobungs- zum Regelbetrieb stärker vorzeichnen und kommerzielle Betriebsmodelle bereits in frühen Phasen erleichtern.

Drittens: Genehmigungsverfahren vereinfachen und vereinheitlichen.

Identische Fahrzeuge treffen heute in unterschiedlichen Städten teilweise auf unterschiedliche Anforderungen und Prüfprozesse. Notwendig sind bundesweit einheitlichere Genehmigungsmaßstäbe, vereinfachte Erweiterungsverfahren für bestehende Betriebsbereiche und eine stärkere Berücksichtigung bereits nachgewiesener Fahrzeugfähigkeiten. Hierzu gehört insbesondere, bereits nachgewiesene Fahrzeugfähigkeiten nicht in jedem Betriebsbereich erneut prüfen zu müssen und kommunale Doppelprüfungen möglichst zu vermeiden. Perspektivisch sollte zudem geprüft werden, Betriebsbereichsgenehmigungen stärker vom einzelnen Fahrzeug zu entkoppeln, um Erweiterungen bestehender Einsatzgebiete einfacher und kostengünstiger zu ermöglichen. Ziel muss es sein, erfolgreiche Betriebsmodelle leichter auf weitere Regionen übertragen zu können.

Viertens: Prüf- und Bürokratielasten risikobasiert ausgestalten.

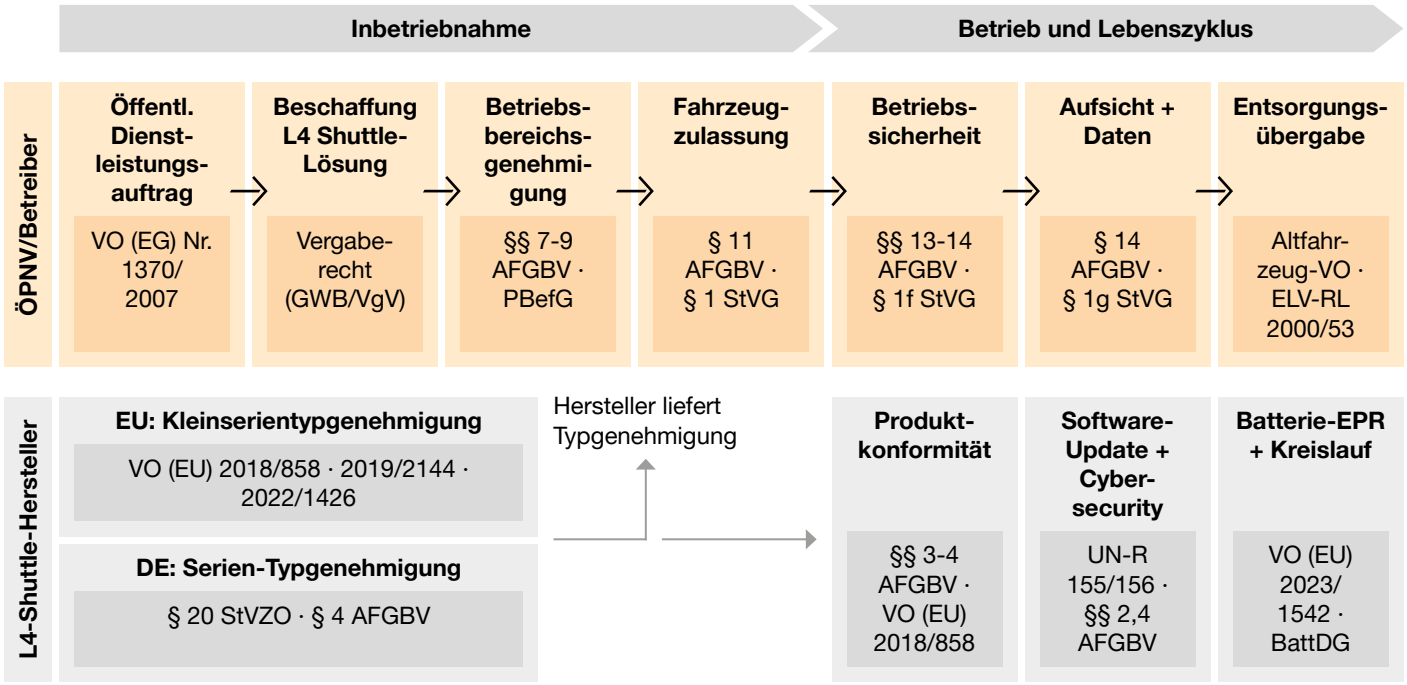
Heute überlagern sich regelmäßige Prüfungen, Abfahrkontrollen und weitere Nachweispflichten teilweise mit den digitalen Überwachungs- und Eigendiagnosefähigkeiten moderner Fahrzeuge. Ein stärker risikoorientierter Ansatz kann Sicherheit und Effizienz besser in Einklang bringen. Gleichzeitig sollten Qualifikationsanforderungen für Technische Aufsicht und Fahrzeugbereitstellung stärker an den tatsächlichen Anforderungen autonomer Systeme ausgerichtet werden. Auch die Rolle der Technischen **Aufsicht** sollte perspektivisch stärker organisationsbezogen gedacht werden, um künftige Mehrfahrzeug-Betriebsmodelle zu ermöglichen.

Fünftens: Europa harmonisieren, nicht nur homologieren.

Mit den UNECE-Beschlüssen vom Juni 2026 und der angekündigten europäischen Großserien-Typgenehmigung zeichnet sich eine Lösung für die bisherige Kleinserienproblematik ab. Die zentrale regulatorische Herausforderung liegt künftig daher weniger bei der Fahrzeugzulassung als beim Betrieb autonomer Fahrzeuge. Während die Homologation zunehmend europäisch vereinheitlicht wird, bleiben Betriebsbereichsgenehmigung, Technische Aufsicht und operative Anforderungen weitgehend national geregelt. Notwendig sind daher gemeinsame europäische Mindeststandards sowie Verfahren zur gegenseitigen Anerkennung von Genehmigungen. Das Ziel muss ein europäischer Binnenmarkt für autonome Mobilität sein, in dem Fahrzeuge und Betriebsmodelle ohne grundlegende regulatorische Anpassungen grenzüberschreitend eingesetzt, skaliert und weiterentwickelt werden können. Der Schwerpunkt sollte dabei weniger auf der Schaffung neuer Regulierung liegen als auf der konsequenten Weiterentwicklung bestehender Regelungen hin zu Wiederholbarkeit, Übertragbarkeit und europäischer Interoperabilität. Nur so können die Voraussetzungen für einen echten europäischen Markt für autonome Mobilität entstehen.

Die Komplexität des bestehenden Rechtsrahmens wird besonders deutlich, wenn die regulatorischen Anforderungen über den gesamten Lebenszyklus eines autonomen Fahrzeugs betrachtet werden. Häufig wird die Diskussion auf die Fahrzeugzulassung reduziert. Tatsächlich müssen jedoch sowohl Verkehrsunternehmen als auch Hersteller eine Vielzahl unterschiedlicher Anforderungen erfüllen, die von der Vergabe und Beschaffung über Betriebsbereichsgenehmigungen und Fahrzeugzulassungen bis hin zu Betriebssicherheit, Software-Updates, Cybersecurity, Produktkonformität und schließlich Entsorgungs- und Kreislaufwirtschaftsvorgaben reichen. Die regulatorische Herausforderung liegt daher weniger in einzelnen Regelungen als in ihrem Zusammenspiel über verschiedene Rechtsgebiete, Behördenzuständigkeiten und Lebenszyklusphasen hinweg. Die folgende Abbildung verdeutlicht diese Betreiber- und Herstellerperspektive entlang des gesamten Lebenszyklus eines autonomen Shuttles und zeigt, warum Genehmigungs- und Betriebsprozesse heute häufig noch als komplex und schwer skalierbar wahrgenommen werden.

Abb. 2 Rechtliche Anforderungen für ein autonomes Shuttle im ÖPNV – Betreiber- und Herstellerperspektive entlang des Lebenszyklus



Die Darstellung macht zugleich sichtbar, dass die regulatorischen Anforderungen unterschiedlich auf Betreiber und Hersteller verteilt sind. Während Verkehrsunternehmen insbesondere bei Vergabe, Betriebsbereichsgenehmigung, Betriebssicherheit sowie Technischer Aufsicht gefordert sind, müssen Hersteller umfangreiche Nachweise für Typgenehmigung, Produktkonformität, Softwarepflege und Cybersecurity erbringen. Für einen europaweiten Markthochlauf ist daher nicht nur eine Harmonisierung der Fahrzeugzulassung erforderlich. Ebenso wichtig sind standardisierte, wiederholbare und zwischen Regionen übertragbare Betriebs- und Genehmigungsprozesse. Erst wenn beide Perspektiven gemeinsam betrachtet werden, entsteht ein regulatorisches Umfeld, das Skalierung ermöglicht.

Wirkung: Ein stärker harmonisierter und auf Wiederholbarkeit ausgerichteter Rechtsrahmen reduziert Investitionsrisiken, verkürzt Genehmigungsverfahren und senkt die Kosten für Markteintritte. Dadurch können erfolgreiche Betriebsmodelle schneller übertragen, Fahrzeugflotten wirtschaftlicher betrieben und die Voraussetzungen für einen europaweiten Hochlauf autonomer Mobilität geschaffen werden.

Strategische Klarheit schaffen und neue Fähigkeiten aufbauen

Der Übergang zum autonomen ÖPNV ist nicht nur eine technologische, sondern vor allem eine organisatorische Transformation. Während Fragen der Finanzierung und Regulierung zunehmend adressierbar erscheinen, fehlt vielen Akteuren noch eine klare Vorstellung davon, welche Rolle sie künftig in einem autonomen Mobilitätssystem einnehmen und welche Fähigkeiten hierfür erforderlich sind.

Der erste Schritt besteht deshalb darin, die eigene Position entlang der künftigen Wertschöpfungskette zu bestimmen. Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger müssen entscheiden, welche Aufgaben sie künftig selbst übernehmen und welche Leistungen durch Hersteller, Technologieanbieter oder spezialisierte Dienstleister erbracht werden sollen. Dies betrifft insbesondere die technische Aufsicht, aber auch Bereiche wie Flottenmanagement, Leitstellenbetrieb, Wartung, Datenmanagement und Fahrgastservice. Viele Verkehrsunternehmen sehen ihre zukünftige Rolle weiterhin als vollständigen Betreiber des Verkehrsangebots.

Eine strukturierte Grundlage hierfür bietet die Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette autonomer Mobilität. Sie macht unterschiedliche Betriebs- und Rollenmodelle vergleichbar und schafft Transparenz über die damit verbundenen organisatorischen, personellen und wirtschaftlichen Anforderungen. Erst wenn Rollen und Verantwortlichkeiten klar definiert sind, können belastbare Investitions-, Beschaffungs- und Organisationsentscheidungen getroffen werden.

Abb. 3 Wertschöpfungsframework geteilter autonomer Verkehre – vier marktnahe Konfigurationen und ihre Aufgabenverteilung entlang der Wertschöpfungskette

Wertschöpfungsframework geteilter autonomer Verkehre
Wer übernimmt welche Aufgabe? – Vier marktnahe Konfigurationen entlang der Wertschöpfungskette

	Wertschöpfungskette				
	Fahrzeug-herstellung	**Flottenbesitz und Finanzierung**	**Service und Wartung**	**Betrieb und technische Aufsicht**	**Nachfrage/ Marktzugang**
ÖPNV-zentriert (Eigenregie)	Anbieter	ÖPNV-Unternehmen	ÖPNV-Unternehmen	ÖPNV-Unternehmen	ÖPNV-Unternehmen
Integriertes Modell	Anbieter	geteilt	geteilt	ÖPNV-Unternehmen	ÖPNV-Unternehmen
Schlankes Modell (Besteller/ Full-Service)	Anbieter	Anbieter	Anbieter	Anbieter	ÖPNV-Unternehmen
Privater Technologie-anbieter	Anbieter	Anbieter	Anbieter	Anbieter	geteilt

ÖPNV-Unternehmen erbringt · geteilt/Partnerschaft · Anbieter/Hersteller erbringt

Das Wertschöpfungsframework verdeutlicht, dass autonomer Verkehr nicht nur neue Fahrzeuge, sondern auch neue Rollenmodelle hervorbringt. Je nach strategischer Ausrichtung können Verkehrsunternehmen große Teile der Wertschöpfung selbst übernehmen oder gezielt Leistungen von Herstellern, Technologieanbietern und spezialisierten Dienstleistern beziehen. Die Ausgestaltung dieser Rollenverteilung hat unmittelbare Auswirkungen auf den Investitionsbedarf, die Kompetenzanforderungen und die organisatorische Ausrichtung der beteiligten Akteure.

Gleichzeitig erfordert autonomer Betrieb neue Fähigkeiten und Kompetenzen. Technische Aufsicht, Leitstellensteuerung, Cybersecurity, Datenmanagement, Fernüberwachung und die Integration autonomer Fahrzeuge in bestehende Betriebsabläufe werden zu zentralen Aufgaben künftiger Verkehrsunternehmen. Der Aufbau dieser Kompetenzen muss jedoch nicht vollständig in Eigenregie erfolgen. Kooperationen mit Technologieanbietern, spezialisierten Dienstleistern oder erfahrenen Betriebspartnern ermöglichen es insbesondere kleineren Verkehrsunternehmen, auf bestehendes Know-how aufzubauen und Entwicklungskosten zu reduzieren.

Eine besondere Rolle kommt dabei den Beschäftigten zu. Der ÖPNV leidet bereits heute unter einem erheblichen Fahrpersonalmangel, der sich in den kommenden Jahren weiter verschärfen wird. Autonomisierung ist im ÖPNV vor allem eine Antwort auf den zunehmenden Fahrpersonalmangel und weniger eine Frage des Personalabbaus. Gleichzeitig entstehen neue Aufgabenprofile in den Bereichen Technische Aufsicht, Leitstellenbetrieb, Field Operations, Wartung, Fahrgastbetreuung und Verkehrsmanagement. Voraussetzung hierfür ist eine frühzeitige Einbindung der Beschäftigten. Betriebsräte, Gewerkschaften und Mitarbeitervertretungen sollten von Beginn an in die Konzeption und Governance autonomer Mobilitätsangebote eingebunden werden. Ebenso sollten Qualifizierungs- und Requalifizierungspfade, beispielsweise vom Fahrdienst in Richtung Technische Aufsicht oder Leitstellenbetrieb, fester Bestandteil jeder Implementierungs- und Förderstrategie sein. Ohne diese soziale Flankierung drohen Akzeptanzprobleme und Widerstände im Hochlauf. Mit ihr kann die Beschäftigtenseite hingegen zu einem wichtigen Treiber der Transformation werden.

Entscheidend ist letztlich ein Perspektivwechsel: Autonome Mobilität sollte nicht als Fahrzeugprojekt verstanden werden, sondern als Veränderung von Betriebs- und Organisationsmodellen. Je früher Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger ihre künftige Rolle definieren, die Beschäftigten einbinden und die hierfür notwendigen Fähigkeiten aufbauen, desto schneller können sie den Übergang vom Pilotprojekt zum Regelbetrieb gestalten.

Wirkung: Klare Rollenbilder, der gezielte Aufbau neuer Fähigkeiten und die frühzeitige Einbindung der Beschäftigten reduzieren organisatorische Unsicherheiten und schaffen die Grundlage für belastbare Investitions-, Beschaffungs- und Betriebsentscheidungen. Dadurch können autonome Mobilitätsangebote schneller vom Pilotprojekt in den Regelbetrieb überführt werden.

Zwischenfazit

Die Marktblockade des autonomen ÖPNV lässt sich nur überwinden, wenn Finanzierung, Regulierung und Organisation gemeinsam weiterentwickelt werden. Neue Beschaffungs- und Finanzierungsmodelle müssen unter Beachtung des europäischen Beihilferechts Investitionen ermöglichen, ein harmonisierter und praxistauglicher Rechtsrahmen Investitionssicherheit schaffen und Verkehrsunternehmen die organisatorischen Voraussetzungen, Fähigkeiten und Rollenmodelle für den autonomen Regelbetrieb entwickeln. Die technologische Grundlage ist weitgehend vorhanden. Entscheidend ist nun, die Voraussetzungen für einen wirtschaftlich tragfähigen, regulatorisch verlässlichen und organisatorisch beherrschbaren Regelbetrieb zu schaffen. Erst dann kann der Übergang vom Pilotprojekt zum Markthochlauf gelingen.



04

Fazit und Blick nach vorne

Die Analyse zeigt: Die größte Herausforderung des autonomen ÖPNV liegt heute nicht mehr in der Technologie. Fahrzeuge, Fahrsoftware und rechtliche Grundlagen sind in wesentlichen Teilen vorhanden. Die eigentliche Marktblockade entsteht dort, wo Finanzierung, Regulierung und Organisation aufeinandertreffen. Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger warten auf wirtschaftlich tragfähige und regulatorisch verlässliche Lösungen, Hersteller auf belastbare Nachfrage und ausreichende Abnahmevolumina. Solange diese gegenseitigen Abhängigkeiten bestehen, bleibt der Übergang vom Pilotprojekt zum Regelbetrieb aus.

Die hierfür erforderlichen Lösungsansätze liegen jedoch bereits auf dem Tisch. Neue Beschaffungs- und Finanzierungsmodelle können Investitionshürden senken und Planungssicherheit schaffen. Ein stärker harmonisierter und auf Wiederholbarkeit ausgerichteter Rechtsrahmen kann Genehmigungsprozesse vereinfachen und die Übertragbarkeit erfolgreicher Betriebsmodelle verbessern. Gleichzeitig können Verkehrsunternehmen durch klare Rollenbilder, gezielten Kompetenzaufbau und die frühzeitige Einbindung ihrer Beschäftigten die organisatorischen Voraussetzungen für autonome Mobilitätsangebote schaffen. Entscheidend ist dabei, autonome Mobilität nicht länger als Technologie- oder Fahrzeugprojekt zu betrachten, sondern als umfassende Transformation von Betrieb, Organisation und Finanzierung des ÖPNV. Der Durchbruch wird dort entschieden, wo es gelingt, neue Betriebs-, Finanzierungs- und Organisationsmodelle in den Regelbetrieb zu überführen. Viele der heute diskutierten Hürden sind lösbar, zahlreiche Voraussetzungen bereits vorhanden. Es geht daher weniger um neue Technologien als um die konsequente Umsetzung und Skalierung bestehender Lösungen.

Gelingt die Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen, kann autonomer Verkehr schrittweise vom Pilotprojekt in den Regelbetrieb überführt werden. Verkehrsunternehmen erhalten zusätzliche Handlungsspielräume, um Angebotslücken insbesondere in ländlichen Räumen und Randzeiten zu schließen und den Auswirkungen des zunehmenden Fahrpersonalmangels zu begegnen. Gleichzeitig entstehen neue Aufgabenprofile in Bereichen wie Technische Aufsicht, Leitstellenbetrieb und Fahrgastmanagement. Für Hersteller und Technologieanbieter schafft ein verlässlicher Heimatmarkt die Voraussetzungen für Industrialisierung, Innovation und internationale Wettbewerbsfähigkeit. Auch wenn Europa die technologische Führungsrolle bei autonomen Fahrsystemen kurzfristig nicht gewinnen wird, ist es umso wichtiger, möglichst große Teile der Wertschöpfungskette mit europäischen Fahrzeugen, Komponenten, Software-, Leitstellen- und Betriebslösungen zu besetzen. Damit eröffnet autonomer Verkehr nicht nur neue Perspektiven für den ÖPNV, sondern stärkt zugleich die Position Deutschlands und Europas als Technologie-, Produktions- und Mobilitätsstandort in einem weltweit entstehenden Zukunftsmarkt.

Die Aufgaben sind klar verteilt: Politik und Regulierung müssen die Voraussetzungen für einen skalierbaren Markt schaffen, Aufgabenträger und Verkehrsunternehmen Nachfrage bündeln, Rollenmodelle definieren und den Kompetenzaufbau vorantreiben, während Hersteller und Technologieanbieter industrielle Lösungen, Full-Service-Modelle und belastbare Reifepfade bereitstellen. Kapitalgeber sind gefordert, neue Finanzierungsstrukturen zu entwickeln, die den Markthochlauf unterstützen und von kurzfristigen Haushaltszwängen entkoppeln. Je früher die beteiligten Akteure gemeinsam handeln, desto schneller gelingt der Übergang von der Pilotlogik zum wirtschaftlich tragfähigen Regelbetrieb.

Annex: Regulatorische Rahmenbedingungen und Blick nach vorne

Auswirkungen anderer Modernisierungstendenzen im ÖPNV auf Modellprojekte

Bei der Implementierung von Systemen zum autonomen Fahren stehen Aufgabenträger und Verkehrsunternehmen zunächst vor einer Abwägungsentscheidung:

Jedes Projekt zur Implementierung von autonomen Fahrsystemen erfordert den Einsatz von Geldmitteln, die auch für andere Modernisierungsvorhaben, wie Elektrifizierung von Busflotten, die Einrichtung von Bedarfsverkehren oder die Beschaffung von Ladeinfrastruktur verwendet werden könnten.

Während es sich bei den Projekten zum autonomen Fahren oftmals um Modellprojekte handelt, verbinden Aufgabenträger und Verkehrsunternehmen mit vorgenannten anderen Modernisierungsvorhaben oftmals eine größere Erfolgsaussicht: Während das Modellprojekt scheitern kann oder nicht in einem Regelbetrieb mündet, können Verkehrsunternehmen einmal beschaffte Busse grundsätzlich im ÖPNV einsetzen. Gerade in Zeiten begrenzter Haushaltsmittel der Aufgabenträger führt dies in der Regel zu der Entscheidung, Projekte zum autonomen Fahren zu depriorisieren.

Empfehlung: Aufgabenträger sollten Vorhaben zum autonomen Fahren nicht als Konkurrenz zu anderen Modernisierungsvorhaben, sondern als Bestandteil einer Gesamtstrategie priorisieren – und dafür Finanzierungsmodelle wählen (Full-Service, Pooling), die das Investitionsrisiko gegenüber dem klassischen Fahrzeugkauf deutlich senken.

Vergaberechtlicher Umgang mit der Beschaffung von innovativen bzw. neuartigen Leistungen

Auftraggeber, die entweder als öffentliche Auftraggeber oder Sektorenauftraggeber an das Vergaberecht gebunden sind, sind nicht gehindert, Leistungen zu beschaffen, die noch nicht marktverfügbar sind. Gerade bei der Beschaffung von neuen Technologien enthalten die einschlägigen vergaberechtlichen Normen mehrere vielversprechende Wege für Auftraggeber:

- Noch zu entwickelnde oder noch nicht in großem Umfang marktverfügbare Leistungen können mit den bewährten und bei Auftraggebern zumeist bekannten Vergabeverfahren beschafft werden. Insbesondere können Auftraggeber innovative Leistungen im Verhandlungsverfahren beschaffen. Dies ermöglicht Auftraggebern eine große Flexibilität während des Verfahrens. Alternativ kann auch der wettbewerbliche Dialog eine gute Grundlage schaffen.
- Auftraggeber sollten prüfen, ob im Hinblick auf die konkret geplante Beschaffung ein Verhandlungsverfahren ohne Teilnahmewettbewerb in Betracht kommt. Denkbar ist dies zum Beispiel, wenn der Auftraggeber Leistungen beschafft, die im Sinne von § 14 Abs. 4 Nr. 4 der Verordnung über die Vergabe öffentlicher **Aufträge** (Vergabeverordnung, VgV) ausschließlich zu Forschungs-, Versuchs-, Untersuchungs- oder Entwicklungszwecken hergestellt wurden. Auch während des Markthochlaufs kann im Einzelfall ein Untersuchungszweck im Sinne der Regelung begründbar sein: Der Betriebsbereich, in dem das Fahrzeug verkehrt, muss stets individuell festgelegt und behördlich genehmigt werden, sodass jeder neue Einsatzraum eine eigene Untersuchungs- und Erprobungskomponente enthält – unabhängig davon, wie ausgereift das Fahrzeug selbst bereits ist. Mit zunehmender Marktreife der Fahrzeuge dürfte diese Begründung jedoch an ihre Grenzen stoßen.
- Mit der Innovationspartnerschaft nach § 119 Abs. 7 des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (**GWB**), § 19 VgV steht den Auftraggebern zudem ein spezielles Verfahren zur Beschaffung von innovativen Leistungen zur Verfügung. Der Verfahrensablauf trägt dem Umstand Rechnung, dass eine Leistung beschafft wird, die der Auftragnehmer noch entwickeln muss. Voraussetzung für das Verfahren ist grundsätzlich, dass die Bedarfe des Auftraggebers nicht durch auf dem Markt bereits verfügbare Liefer- oder Dienstleistungen befriedigt werden können.

Empfehlung: Auftraggeber sollten frühzeitig prüfen, welches Vergabeverfahren zur konkret geplanten Beschaffung passt; das Vergaberecht steht der Beschaffung noch nicht marktverfügbarer Leistungen nicht entgegen.

Autonomes Fahren im Erprobungsbetrieb und das Personenbeförderungsgesetz

Mit dem Personenbeförderungsgesetz (PBefG) besteht ein funktionierender Rechtsrahmenahmen, der die Dienstleistungen (ÖPNV, Taxi, Mietwagen etc.) regelt.

- Das PBefG regelt nicht, ob die Beförderungsleistungen durch einen menschlichen Fahrer oder durch autonome Technologien erbracht werden müssen.
- Voraussetzung für eine Personenbeförderung ist allerdings, dass die eingesetzten Fahrzeuge für den Straßenverkehr zugelassen sind. Derzeit sind keine Fahrzeuge erhältlich, die über eine Serienzulassung für den Einsatz im Straßenverkehr verfügen. Es existiert lediglich die Möglichkeit, Fahrzeuge ohne Serienzulassung zu erproben.
- Die Erprobungsgenehmigung auf Grundlage von § 1i Abs. 1 Nr. 3 StVG i. V. m. § 16 AFGBV dient der technischen Erprobung von Fahrzeugsystemen oder -teilen und deren Entwicklungsstufen für die Entwicklung automatisierter oder autonomer Fahrfunktionen. Nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes (**https://www.kba.de/DE/Themen/Typgenehmigung/Autonomes_automatisiertes_Fahren/Erprobungsgenehmigung/erprobungsgenehmigung_node.html**, Rubrik Fragen & Antworten) müssen Antragsteller, sofern sie eine Personenbeförderung vorsehen, im Entwicklungskonzept detailliert darlegen, inwieweit die Beförderung von Passagieren für die technische Entwicklung des Fahrzeugs oder der Fahrfunktion im öffentlichen Straßenverkehr notwendig ist. Erforderlich ist danach eine fahrzeug- und funktionsbezogene Begründung, aus der hervorgeht, welche konkreten Entwicklungs- und Validierungsziele ohne mitfahrende Passagiere nicht erreichbar sind; die bloße Absicht, einen Fahrgastbetrieb aufzunehmen oder Akzeptanz zu testen, genügt hierfür nicht.
- Daraus ergibt sich, dass Fahrzeuge im Erprobungsbetrieb für die Erbringung von Verkehrsleistungen (etwa als regelmäßige Verkehrsverbindung i. S. d. § 42 PBefG) nicht vorgesehen sind. Auch ein regelmäßiger Linienbedarfsverkehr dient nicht lediglich der Erprobung von Fahrzeugen.
- Um daher autonome Fahrzeuge allmählich in den ÖPNV zu integrieren, müsste eine gesonderte personenbeförderungsrechtliche Genehmigung vorliegen.

Das PBefG sieht mit der Experimentierklausel eine Rechtsgrundlage für den Einsatz von autonomen Fahrtechnologien im Linien- und Linienbedarfsverkehr zu Erprobungszwecken vor.

- Als Rechtsgrundlage dafür kann die Experimentierklausel gem. § 2 Abs. 7 PBefG dienen. Danach kann die Genehmigungsbehörde auf Antrag im Einzelfall Abweichungen von Vorschriften des PBefG und der auf seiner Grundlage erlassenen Rechtsverordnungen für die Dauer von höchstens fünf Jahren genehmigen. Voraussetzung ist, dass der Zweck der Abweichung die praktische Erprobung neuer Verkehrsarten oder Verkehrsmittel ist und dass öffentliche Verkehrsinteressen dem nicht entgegenstehen.

- Auf Grundlage von § 2 Abs. 7 PBefG ist es Genehmigungsbehörden grundsätzlich möglich, den Einsatz von autonomen Fahrtechnologien im Linien- und Linienbedarfsverkehr zu Erprobungszwecken zu genehmigen. Grundsätzlich ist eine Erprobung auch mit Fahrzeugen möglich, die nach § 1i Abs. 1 Nr. 3 StVG i. V. m. § 16 AFGBV nur für Probezwecke zugelassen sind. Ob eine Genehmigung erteilt wird, liegt jedoch im Ermessen der Genehmigungsbehörde.
- Werden autonome Fahrzeuge im Rahmen einer Erprobungsgenehmigung im ÖPNV eingesetzt, stellt sich weiter die Frage, ob die Anbieter für die Nutzung ein Beförderungsentgelt erheben dürfen. Hierbei spielen wieder zwei Regelungsebenen eine Rolle:
- Auf der ersten Ebene stellt sich die Frage, ob eine Entgeltlichkeit dem Erprobungscharakter der Erprobungsgenehmigung entgegensteht. Aktuell erfordert die Erprobungsgenehmigung, dass dem Kraftfahrt-Bundesamt nachgewiesen wird, dass eine Beförderung von Fahrgästen der technischen Entwicklung des Systems dient. Das Angebot von entgeltlichen Verkehren steht also regelmäßig der Erprobungsgenehmigung entgegen.
- Hier erscheint es förderlich, die Erprobungsgenehmigung auch dann zu erteilen, wenn entgeltliche Fahrten angeboten werden. Auch entgeltliche Fahrten dienen insoweit Erprobungszwecken, als der alltägliche ÖPNV-Betrieb, insbesondere bei Bedienformen wie dem Linienbedarfsverkehr, simuliert wird. Die Möglichkeit, Entgelte zu erheben, steigert die Attraktivität aus Sicht der ÖPNV-Anbieter zudem nicht unerheblich.
- Auf der zweiten Ebene stellt sich die Frage, ob das PBefG eine Entgelterhebung zulässt. Grundsätzlich bedarf die Erhebung von Beförderungsentgelten im Linienverkehr nach § 39 Abs. 1 PBefG der Zustimmung der Genehmigungsbehörde.
- Der Erprobungsbetrieb nach § 2 Abs. 7 PBefG und die Erhebung von Entgelten schließen sich nicht aus. Daher kann eine Behörde auch Entgelte für die Nutzung von Fahrzeugen im Erprobungsbetrieb genehmigen. Diese Genehmigung wäre im Zuge der Nutzung der Experimentierklausel bei der zuständigen Behörde einzuholen.

Empfehlung: Betreiber sollten den Abstimmungsprozess mit der Genehmigungsbehörde nach § 2 Abs. 7 PBefG früh beginnen und die Entgeltfrage (§ 39 PBefG) von Anfang an mitverhandeln. Es wäre wünschenswert, dass die Erprobungsgenehmigung vom Kraftfahrt-Bundesamt auch für Fälle erteilt würde, in denen entgeltliche Fahrten angeboten werden sollen.

Kleinserienzulassungen nach Verordnung (EU) 2018/858

Die Alternative zum Erprobungsbetrieb stellt der Betrieb mit Fahrzeugen dar, die über eine Kleinserienzulassung nach Verordnung (EU) 2018/858 und Durchführungsverordnung (EU) 2022/1426 verfügen. Erfolgt ein Betrieb mit diesen Fahrzeugen, ist keine Genehmigung für einen Erprobungsbetrieb nach § 1i Abs. 1 Nr. 3 StVG i. V. m. § 16 AFGBV mehr erforderlich. Gleichwohl benötigen Betreiber eine Genehmigung zur Festlegung eines Betriebsbereichs nach § 7 AFGBV sowie eine Betriebserlaubnis für das Fahrzeug.

Empfehlung: Wenn Fahrzeuge mit Kleinserientypgenehmigung verfügbar werden, ist dieser Pfad dem Erprobungsbetrieb vorzuziehen; erforderlich bleiben die Genehmigung des Betriebsbereichs nach § 7 AFGBV und die Betriebserlaubnis für das Fahrzeug.

Autonomes Fahren und Verordnung (EG) Nr. 1370/2007

Die Einbindung von Systemen zum Autonomen Fahren in die Erbringung von Verkehrsleistungen aufgrund eines öffentlichen Dienstleistungsauftrags oder einer allgemeinen Vorschrift im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 1370/2007 können Leistungsbeschaffer (d. h. der Aufgabenträger) regeln, wenn Leistungserbringer (d. h. das Verkehrsunternehmen) für diese Art der Leistungserbringung bereit sind.

Zunehmend sehen Aufgabenträger bereits in öffentlichen Dienstleistungsaufträgen Öffnungsklauseln für innovative Fahrtechnologien vor. Sind diese Regelungen ausnahmsweise nicht enthalten, können Aufträge angepasst werden. Vergaberechtlich wird das in der Regel zulässig sein. Maßgeblich ist, dass das Wesen des Auftrags bzw. der Umfang der zu erbringenden Leistungen durch den neuen Leistungsgegenstand nicht im Sinne von § 132 GWB wesentlich verändert wird. Ist das nicht der Fall, können Leistungen im Bereich des autonomen Fahrens auch Gegenstand eines öffentlichen Dienstleistungsauftrags werden.

Betreiber von Personenverkehrsdiensten müssen grundsätzlich einen Teil der Leistungen selbst erbringen. Wenn sie interner Betreiber i. S. d. Art. 5 Abs. 2 Verordnung (EG) Nr. 1370/2007 sind, müssen sie einen „überwiegenden“ Teil der Leistungen selbst erbringen. In anderen Fällen müssen sie einen „bedeutenden“ Teil der Leistungen selbst erbringen (Art. 4 Abs. 7 Verordnung (EG) Nr. 1370/2007). Eine feste Quote gibt die Rechtsprechung nicht vor. In Bezug auf zuletzt genannte Regelung hat der Gerichtshof der Europäischen Union (EuGH) eine vom Auftraggeber vorgegebene Selbsterbringungsquote von 70 % gebilligt (Urt. v. 27.10.2016, C-292/15 – Hörmann Reisen). Der EuGH hat dem Auftraggeber in Bezug auf die zuletzt genannte Regelung Ermessen bei der Anwendung dieser Vorschrift eingeräumt. Daher ist in der Praxis anerkannt, dass auch weniger als die Hälfte der Leistungen noch ein „bedeutender Teil“ von Leistungen sein kann; als rechtssicher gilt in der Praxis noch eine Selbsterbringung von mehr als 50 %. Das gilt gemäß der Bekanntmachung der Kommission über die Auslegungsleitlinien zu der Verordnung (EG) Nr. 1370/2007 über öffentliche Personenverkehrsdienste auf Schiene und Straße bei der Beauftragung interner Betreiber allerdings lediglich dann, wenn der interne Betreiber gute Gründe hat, mehr als ein Drittel der öffentlichen Verkehrsdienste an einen Unterauftragnehmer zu vergeben. Im Ergebnis hindert die Selbsterbringungsquote Verkehrsunternehmen im Grundsatz nicht daran, Aufträge zur Erbringung von autonomen Fahrdiensten an Dritte, insbesondere an etablierte Dienstleister aus diesem Bereich, zu vergeben: Setzt ein Verkehrsunternehmen autonome Systeme in begrenztem Umfang – etwa im Linienbedarfsverkehr – ein und erbringt daneben den Linienverkehr selbst, liegt regelmäßig weiterhin ein bedeutender Selbsterbringungsanteil vor.

Sollte das – z. B. aufgrund eines großumfänglichen Einsatzes von Unterauftragnehmern auch im Linienverkehr – nicht mehr der Fall sein, enthält die Verordnung (EG) Nr. 1370/2007 eine wichtige Ausnahme: Ein öffentlicher Dienstleistungsauftrag, der gleichzeitig Planung, Aufbau und Betrieb öffentlicher Personenverkehrsdienste umfasst, kann nach Art. 4 Abs. 7 Satz 3 der Verordnung eine vollständige Übertragung des Betriebs dieser Dienste an Unterauftragnehmer vorsehen. Die Vorschrift ist ihrem Wortlaut nach nicht auf den schienengebundenen Verkehr beschränkt – sie knüpft allein daran an, dass der Auftrag alle drei Elemente umfasst. Praktisch diskutiert wird sie bislang vor allem für schienengebundene Vorhaben; sie könnte es aber ebenso Verkehrsunternehmen, die autonome Technologien einsetzen wollen, ermöglichen, den Betrieb vollumfänglich an einen spezialisierten Unterauftragnehmer zu vergeben – etwa wenn der Auftrag neben dem Betrieb auch die Konzeption des autonomen Angebots und den Aufbau der erforderlichen Infrastruktur (Leitstelle, Depots, Ladeinfrastruktur) einschließt.

Empfehlung: Aufgabenträger sollten Öffnungsklauseln für innovative Fahrtechnologien standardmäßig in öffentliche Dienstleistungsaufträge aufnehmen; bestehende Aufträge lassen sich in den Grenzen des § 132 GWB anpassen.

Auswirkungen des Genehmigungsregimes

Fahrzeuge, die über eine Kleinserienzulassung verfügen, sind derzeit nicht erhältlich. Für Aufgabenträger und Verkehrsunternehmen, die autonome Systeme einsetzen wollen, ergibt sich daher, dass nur ein Erprobungsbetrieb in absehbarer Zeit umsetzbar erscheint, weil Fahrzeuge mit Kleinserienzulassung nicht beschafft werden können.

Der Erprobungsbetrieb ist gleichwohl für viele Aufgabenträger und Verkehrsunternehmen weniger attraktiv. Das liegt vor allem an zwei Gründen:

- Der Erprobungsbetrieb, bei dem Fahrgäste im Sinne des PBefG befördert werden sollen, ist an höhere Voraussetzungen geknüpft. Nicht nur müssen Betreiber einen im Vergleich zur Kleinserientypgenehmigung aufwendigeren Prozess zur Erlangung der Betriebsgenehmigung für das Fahrzeug beschreiten. Auch ergibt sich aus der Ausnahmeregelung in § 2 Abs. 7 PBefG ein aufwendiger Abstimmungsprozess mit der Genehmigungsbehörde.
- Der Betreiber kann nach einem erfolgreichen Erprobungsbetrieb zudem nicht automatisch darauf schließen, die erprobten Systeme dauerhaft einsetzen zu können. Der Erprobungsbetrieb dient Testzwecken, mündet aber nicht automatisch in einen „Regelbetrieb“. Ob sich die Aufwände des Betreibers für den Erprobungsbetrieb auszahlen, ist für diesen schwer abzusehen. Gerade vor dem Hintergrund, dass Fahrzeuge mit Kleinserientypgenehmigung in naher Zukunft in geringer Stückzahl auf dem Markt vorhanden sein könnten, sind viele Betreiber nicht mehr bereit, Erprobungs- oder Modellprojekte durchzuführen und überhaupt Aufwände dafür zu generieren.

Die von der Kommission bereits angekündigte Aufhebung der Stückzahlbeschränkung bei den Kleinserientypgenehmigungen ist daher zu begrüßen. Aus Sicht von Verkehrsunternehmen und Aufgabenträgern vereinfacht sie den Zulassungsprozess erheblich und trägt dazu bei, dass Systeme perspektivisch auch im Regelbetrieb eingesetzt werden können.

Empfehlung: Die angekündigte Aufhebung der Stückzahlbeschränkung sollte von der EU-Kommission prioritär umgesetzt werden; bis dahin sollten Betreiber Erprobungs- und Kleinserienpfad parallel bewerten.

Fazit

Veränderungspotenziale sind gerade bei der Implementierung von Systemen zum autonomen Fahren erkennbar. Insbesondere der EU-Gesetzgeber könnte durch eine Umsetzung des angekündigten Typgenehmigungsverfahrens für größere Stückzahlen dazu beitragen, dass Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger verstärkt autonome Systeme, auch im Regelbetrieb, einsetzen können.

Die Beteiligten haben allerdings auch schon jetzt Möglichkeiten, Projekte umzusetzen. Dabei kommt es darauf an, sowohl die vergabe- als auch die genehmigungsrechtlichen Auswirkungen des Vorhabens genau zu untersuchen und das Vorgehen in diesen beiden Themenfeldern aufeinander abzustimmen.

Ihre Ansprechpersonen



Maximilian Rohs
Director und Public Transport Leader bei PwC Deutschland
Tel.: +49 211 9814252
maximilian.rohs@pwc.com



Gabriel Flore
Manager Infrastructure & Mobility bei PwC Deutschland
Tel.: +49 211 9812548
gabriel.flore@pwc.com



RA Dr. Georg Queisner
Partner bei PwC Legal Deutschland
Tel.: +49 69 95855555
georg.queisner@pwc.com



RA Prof. Dr. Matthias von Kaler
Senior Manager bei PwC Legal Deutschland
Tel.: +49 175 2215014
matthias.von.kaler@pwc.com

Wir danken zudem Jonas Seyfferth und Jonas Wigger für ihre Expertise und den anregenden Austausch, der weitere Perspektiven eröffnet hat.

Über uns

Unsere Mandanten stehen tagtäglich vor vielfältigen Aufgaben, möchten neue Ideen umsetzen und suchen unseren Rat. Sie erwarten, dass wir sie ganzheitlich betreuen und praxisorientierte Lösungen mit größtmöglichem Nutzen entwickeln. Deshalb setzen wir für jeden Mandanten, ob Global Player, Familienunternehmen oder kommunaler Träger, unser gesamtes Potenzial ein: Erfahrung, Branchenkenntnis, Fachwissen, Qualitätsanspruch, Innovationskraft und die Ressourcen unseres Expert:innennetzwerks in 136 Ländern. Besonders wichtig ist uns die vertrauensvolle Zusammenarbeit mit unseren Mandanten, denn je besser wir sie kennen und verstehen, umso gezielter können wir sie unterstützen.

PwC Deutschland. Mehr als 15.000 engagierte Menschen an 20 Standorten. Rund 3,27 Mrd. Euro Gesamtleistung. Führende Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsgesellschaft in Deutschland.

© Oktober 2026 PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft. Alle Rechte vorbehalten.
„PwC“ bezeichnet in diesem Dokument die PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, die eine Mitgliedsgesellschaft der PricewaterhouseCoopers International Limited (PwCIL) ist. Jede der Mitgliedsgesellschaften der PwCIL ist eine rechtlich selbstständige Gesellschaft.

www.pwc.de