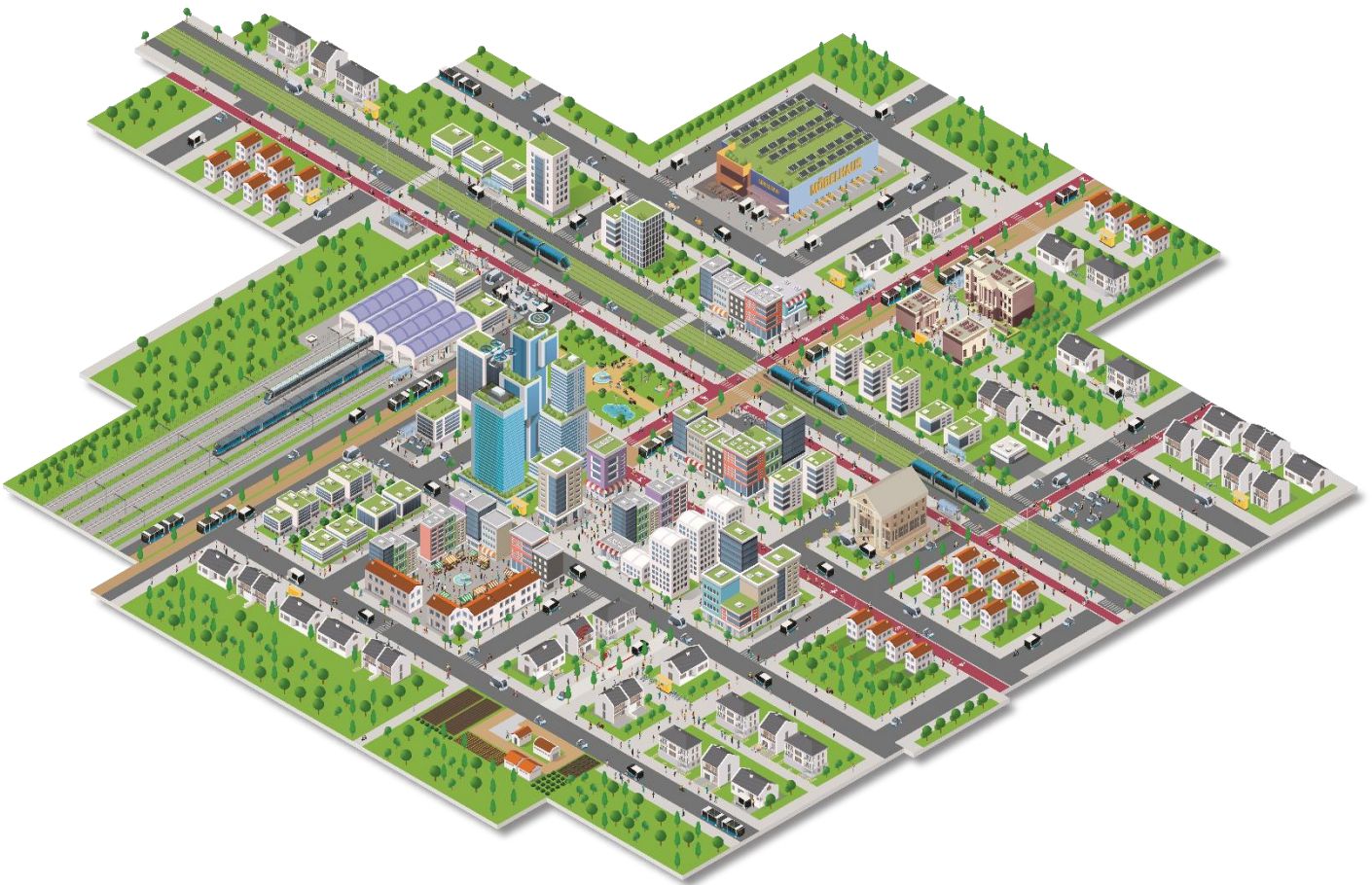




# Eckpunkte zum Rechtsrahmen für einen vollautomatisierten und fahrerlosen Level 4 Betrieb im öffentlichen Verkehr



---

# Impressum

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV)  
Kamekestraße 37–39 · 50672 Köln  
T 0221 57979-0 · F 0221 57979-8000  
info@vdv.de · www.vdv.de

 @DieVerkehrsunternehmen  @VDV\_Verband

## Ansprechpartner

Emanuele Leonetti  
T 0221 57979-117  
F 0221 57979-8117  
[leonetti@vdv.de](mailto:leonetti@vdv.de)

Dr. Till Ackermann  
T 0221 57979-110  
F 0221 57979-8110  
[ackermann@vdv.de](mailto:ackermann@vdv.de)

Martin Schmitz  
T 0221 57979-123  
F 0221 57979-8123  
[schmitz@vdv.de](mailto:schmitz@vdv.de)

Weitere Impulse und Erläuterungen zum Themenfeld „Autonomes Fahren im ÖPNV“ finden sie auf unserer Webseite unter:  
<https://www.vdv.de/neue-chancen-fuer-die-oeffentliche-mobilitaet.aspx>

---

## Bildquellen:

Titelbild: **VDV-Zukunftsbild zum autonomen Fahren, Gesamtansicht**, VDV/ CP/Compartner  
Abbildung 1: **Die Stufen der Automatisierung mit der zusätzlichen Stufe 4 ÖV**, anlehnend an VDA eigene Darstellung, VDV (2020)  
Abbildung 2: **VDV-Zukunftsbild zum autonomen Fahren (Ausschnitt)**, VDV/ CP/Compartner  
Abbildung 3: **VDV-Zukunftsbild zum autonomen Fahren (Lupe Mobilitätsstation)**, VDV/ CP/Compartner  
Abbildung 4: **Mitarbeiter in Betriebsleitzentrale**, Freiburger Verkehrs AG  
Abbildung 5: **VDV-Zukunftsbild zum autonomen Fahren (Lupe Systemzusammenführung)**, VDV/ CP/Compartner  
Abbildung 6: **Autonomer Shuttle im Flotteneinsatz am Busbahnhof Monheim**, VDV/Leonetti

---

## Ausgangslage

Die öffentliche Mobilität steht vor disruptiven Veränderungen. Digitalisierungstrends und der politische Wille einer nachhaltigen Verkehrswende treiben die Entwicklungen in rasantem Tempo voran. Damit zukünftige intermodale und bedarfsgesteuerte Mobilitätskonzepte ihr volles Potenzial entfalten können, sind neben der Digitalisierung insbesondere die **Automatisierung und Vernetzung der Mobilität und ihrer Verkehrsträger** notwendig. Durch autonomes Fahren können neue Mobilitätsangebote dort geschaffen werden, wo sie heute noch fehlen oder betriebswirtschaftlich nicht tragfähig sind. Sei es als bedarfsgesteuertes Angebot im ländlichen Raum oder als Zubringer im Linienbetrieb im suburbanen Raum.

Neben den Entwicklungen von Fahrassistenzsystemen in der Automobilindustrie finden sich besonders im öffentlichen Verkehr zahlreiche Projekte und Erprobungen des fahrerlosen Fahrens mittels **autonomer Pendel- und Kleinbusse**. Von Sylt bis Bad Birnbach ist deutschlandweit eine Vielzahl von Erprobungsprojekten mit automatisierten Fahrzeugen im Realeinsatz unterwegs – auch wenn aufgrund rechtlicher Rahmenbedingungen heute noch ein **Sicherheitsfahrer** an Bord sein muss.

Das Fehlen harmonisierter Genehmigungs- und Zulassungsvorschriften für vollautomatisierte und fahrerlose Fahrzeuge (englisch autonomous vehicle shuttles: AV-Shuttles) hat die Betreiber und zuständigen Behörden vor große Herausforderungen gestellt, die trotz aller Umstände zu einer Genehmigung der Pilotbetriebe geführt haben. In der Regel konnten **Einzelbetriebs Erlaubnisse** für die Fahrzeuge durch entsprechende Ausnahmen durch die Landesregierungen nach **§ 21 Abs. 1 StVZO iVm § 70 Abs. 1 StVZO** mittels Gutachten von technischen Prüfdiensten erwirkt werden. Darüber hinaus konnte der Betrieb einzelner Projekte auch aus **verkehrlicher Sicht** nahtlos in das **Angebot der Verkehrsunternehmen integriert** und eine **personenbeförderungsrechtliche Konzession** nach § 2 Abs. 1 PBefG iVm § 42 PBefG erteilt werden.

Die Prüforganisationen und die Länder haben in den vergangenen Monaten eine erste Genehmigungspraxis entwickelt. Diese ist jedoch weiterhin auf Erprobungen und Ausnahmen beschränkt und ermöglicht **keinen echten Regelbetrieb mit vollautomatisierten und vor allem fahrerlosen Fahrzeugen**. Die Unsicherheiten der Ermessensausübung im föderalen System führten vereinzelt zu einer „Überregulierung“ durch überhöhte Anforderungen an die Betreiber. Um diesen und insbesondere den Behörden und Kommunen ausreichend **Planungs- und Rechtssicherheit** zu geben, bedarf es deswegen dringend weiterer Harmonisierung durch **verbindliche technische Anforderungen an fahrerlose Fahrzeugsysteme** und eines **einheitlichen Rechtsrahmens** für die Zulassung und den Betrieb von Kraftfahrzeugen mit autonomen Fahrfunktionen.

Weder das europäische noch das internationale Typengenehmigungsrecht bietet hinreichend Lösungsansätze, da insbesondere für fahrerlos konzipierte Fahrzeugkonzepte (englisch automated driving system dedicated vehicles: ADS-DV) entsprechende harmonisierte Anforderungen, Vorschriften und Regelwerke hinsichtlich Bauart, Beschaffenheit und Betrieb der Fahrzeuge noch nicht existieren. Bis der europäische und völkerrechtliche Rechtsrahmen angepasst wird, bedarf es einer **nationalen Lösung, Kraftfahrzeuge mit autonomen Fahrfunktionen zuzulassen und in Betrieb zu nehmen**.

Der VDV und seine Mitgliedsunternehmen begrüßen ausdrücklich die Aktivitäten der Bundesregierung zum Regelungsvorhaben „**Autonomes Fahren in festgelegten Betriebsbereichen**“ und der damit verbundenen Realisierung von fahrerlosen Mobilitätskonzepten. Aufbauend auf dem Erfahrungswissen um die **betrieblichen Besonderheiten der Personenbeförderung**, den **Genehmigungserkenntnissen der Pilotbetriebe** und der **ÖPNV-immanenten Sicherheitsphilosophie** muss der Blick dafür geschärft werden, **diese technologischen Innovationen im ÖPNV zu einführen**.

# Grundkonzeption eines fahrerlosen ÖPNV-Betriebs „Level 4 ÖV“

Primäres Ziel muss es sein, den **Regelbetrieb von Kraftfahrzeugen mit autonomen Fahrfunktionen** in den spezifischen Anwendungsfällen des öffentlichen Verkehrs zu ermöglichen. Dabei soll das **Fahrzeugsystem** Quer- und Längsführung (Geschwindigkeitsanpassungen, Spurwechsel etc.) in den spezifischen Anwendungsfällen des öffentlichen Verkehrs **vollständig übernehmen** können (automatisierter Betriebshof, fahrerlose Bedienung der letzten Meile, fahrerloser Quartierbus etc.). Eine Überwachung durch einen Fahrzeugführer wird dabei nicht mehr erforderlich sein. Die Systemgrenzen werden vom Fahrzeug selbst erkannt, sodass es in der Lage ist, jederzeit einen risikominimalen Zustand herzustellen. Alle Personen im Fahrzeug werden zu Fahrgästen.

Ein **fahrzeugführerloser Betrieb** von Kraftfahrzeugen im öffentlichen Straßenraum, eingebettet in **Leitstellen zur Betriebsüberwachung und -lenkung** geeigneter ÖPNV-Verkehrsunternehmen als Betreiber, entspricht als „Stufe 4 ÖV“ den Bedürfnissen des ÖPNV und den erwartbaren Fähigkeiten der Technik.

Dabei erfolgt eine menschliche Überwachung des Gesamtsystems durch die verstärkte Einbindung von **Leitstellen in den Betriebsablauf** als unterstützende Kontrollinstanz. Eine Eins-zu-eins-Überwachung ist durch den Betreiber nicht erforderlich. Leitstellen-Verantwortliche können dem Fahrzeug dabei „**Fahrmanöver**“ erteilen, es aus der Ferne **deaktivieren** oder wieder **freischalten**. Das Fahrzeug muss die Steuerung und Durchführung des Fahrbefehls selbstständig durchführen. In Einzelfällen, bei denen der Einsatz von besonders geschultem Personal vor Ort bzw. am Fahrzeug erforderlich ist, werden die bereits heute vorhandenen Kompetenzen der Notfallmanager und Entstörungshelfer entsprechend aufgebaut, aufgewertet und ausgebaut. Darüber hinaus bietet dies auch eine Möglichkeit der **beruflichen Weiterqualifizierung für die Beschäftigten** im heutigen Fahrdienst.

Automatisierungs-Level	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 4 ÖV	Stufe 5
Stufenbeschreibung	alleine der Fahrer	assistiert	teilautomatisiert	hochautomatisiert	vollautomatisiert	<b>fahrerlos im spezifischen ÖV-Anwendungsfall</b>	fahrerlos
technische Fahrer-aufgaben	Fahrer führt dauerhaft längs- und Querverführung aus	Fahrer führt dauerhaft längs- oder Querverführung aus	Fahrer muss das System dauerhaft überwachen	Fahrer muss das System dauerhaft nicht mehr dauerhaft überwachen aber potentiell übernehmen.	Kein Fahrer erforderlich im spezifischen Anwendungsfall (bsp. Autobahn-Pilot, Staupilot, einparken)	Kein Fahrer im Fahrzeug im ÖV-Betrieb auf spezifischer Linie oder im spezifischen Bedienungsgebiet anwesend	Von „Start“ bis „Ziel“ ist kein Fahrer erforderlich
technische System-aufgaben	Kein eingreifendes Fahrzeugsystem aktiv	System übernimmt die jeweils andere Funktion	System übernimmt Längs- und Querverführung in einem spezifischen Anwendungsfall	System übernimmt Längs- und Querverführung im spezifischen Anwendungsfall. System erkennt Grenzen und fordert mit Zeitreserve zur Übernahme auf.	System <b>kann</b> im spezifischen Anwendungsfall automatisch bewältigen	System <b>kann</b> im ÖV-Betrieb auf spezifischer Linie oder im spezifischen Bedienungsgebiet dynamische Fahraufgabe automatisch bewältigen und wird durch Leitstelle <b>fakultativ</b> unterstützt	Das System übernimmt die Fahraufgabe vollumfänglich bei allen Straßentypen, Geschwindigkeitsbereichen und Umfeldbedingungen.

Abbildung 1: Die Stufen der Automatisierung mit der zusätzlichen Stufe 4 ÖV, anlehnend an SAE eigene Darstellung, VDV (2020)

Für die Realisierung einer vernetzten, intermodalen und digitalen Mobilitätswelt, ist die **technische, verkehrliche und betriebliche Integration von automatisierten** bzw. fahrerlosen Fahrzeug- und **Mobilitätsangeboten** – neben der Sicherheit des Verkehrs – das oberste Ziel. Entscheidend ist demnach ein übergeordneter regulatorischer Rahmen, der **Rechts- und Planungssicherheit für die beteiligten Stellen ermöglicht**. Neben den straßenverkehrsrechtlichen und zulassungsrechtlichen Vorschriften betrifft dies hinsichtlich des Betriebs und der gewerbsmäßigen Beförderung von Fahrgästen im ÖPNV auch das Personenbeförderungsrecht.

Für die zukünftigen Rahmenbedingungen automatisierter Verkehre sind in diesen Rechtsbereichen dringende Anpassungen notwendig. Das Mobilitätssystem der Zukunft sollte dabei hierarchisch aufgebaut sein und eine **klare Gewichtung zugunsten verkehrsmindernder und umweltfreundlicher Verkehrsträger** setzen – dies sind neben dem Rad- und Fußverkehr insbesondere der **öffentliche Verkehr (ÖV)** und seine differenzierten Bedien- und Angebotsformen.

Durch ein **ÖV-integriertes, hierarchisches Verkehrsnetz** mit Schienenfahrzeugen, Großraum-bussen und Kleinfahrzeugen kann der Verkehr **sicherer, umweltfreundlicher und effizienter** werden. Deshalb muss dem **ÖV als Integrator eine zentrale Rolle im Verkehrssystem der Zukunft** zgedacht werden.

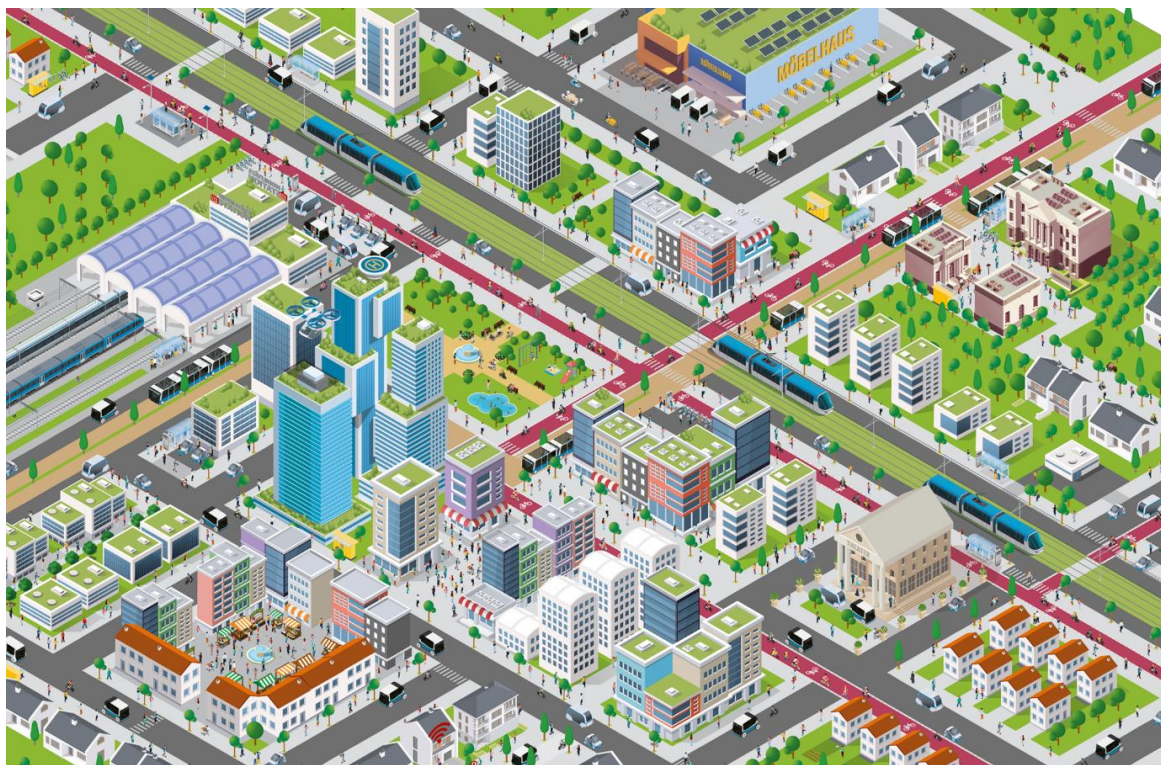


Abbildung 2: VDV-Zukunftsbild zum autonomen Fahren: Im Zentrum der vernetzten und automatisierten Mobilitätswelt von morgen stehen die öffentlichen Verkehrsunternehmen und Verbünde als Integratoren und Multiplikatoren mit integrierten Verkehrsleitstellen bereit (Ausschnitt), VDV/ CP/Compartner

Sowohl die Megafon-Studie, als auch die Lissabon-Studie der OECD haben das herausragende Potenzial einer automatisierten Verkehrswelt hervorgehoben. Um zusätzliche induzierte Verkehre durch Robo-Taxi-Dienste zu vermeiden gilt es, diese über das ÖV-System rechtlich zu ermöglichen und kommunal zu steuern. Um das volle Potenzial des automatisierten, autonomen und vernetzten Fahrens auszuschöpfen, sind aus den Erfahrungswerten des ÖV nachfolgende Anforderungen an die Neugestaltung einer autonomen Mobilitätswelt erforderlich.

## Anforderungen an einen Rechtsrahmen für Level 4 ÖV



### Genehmigung und Zulassung von Kraftfahrzeugen mit autonomen Fahrfunktionen

**Problemskizze:** Für Kraftfahrzeuge mit autonomen Fahrfunktionen bzw. fahrerlos konzipierte Fahrzeuge (ADS-DV) gibt es keine Möglichkeit der Zulassung und Genehmigung eines Regelbetriebs außerhalb der Ausnahmegesetze in §§ 21 Abs. 1, Abs. 6 StVZO iVm § 70 Abs. 1 StVZO.

**Lösungsvorschlag:** Schaffung eines Rechtsrahmens für Zulassung und Betrieb von Kraftfahrzeugen mit autonomen Fahrfunktionen über ein gestuftes Verfahren. Implementierung einer Ermächtigungsgrundlage für die Erteilung einer allgemeinen Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge mit autonomen Fahrfunktionen (Bund) in Verbindung mit einem anwendungsspezifischen Genehmigungsverfahren zur Festlegung von Betriebsgebieten mit lokal beschränkter Zulassung (Länder).

**Begründung:** Aufbauend auf die Erfahrungen aus den Testfeldern hat sich herausgestellt, dass die Genehmigung von selbstfahrenden Fahrzeugen stark von den vorhandenen Umgebungsbedingungen abhängt. Die Zulassung des Betriebs erfordert deswegen ein gestuftes Verfahren – vergleichbar mit der Zulassung von Sonderfahrzeugen (Fahrzeuggenehmigung + allgemeine Umgebungsfestsetzungen + spezifische Fahrzeugzulassung auf Umgebung). Der Bund wäre demnach für die Erteilung einer entsprechenden Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge mit autonomen Fahrfunktionen verantwortlich. Die Länder bzw. die nachgeordneten Behörden bestimmen hingegen, wo und unter welchen Voraussetzungen die autonomen Kraftfahrzeuge betrieben werden dürfen. Durch ein angepasstes Zulassungsverfahren und etwaige Eintragungen von Auflagen in der Zulassungsbescheinigung wird Rechtssicherheit für alle Beteiligten geschaffen.

Dies macht es allerdings erforderlich, dass zur Erteilung der Betriebserlaubnis ein entsprechender technischer Anforderungskatalog bereitsteht, der definiert und funktional beschreibt, was die Fahrzeuge technisch leisten müssen. Außerdem bedarf es auch Voraussetzungen und Parameter für die Betriebsbereichsfestlegungen und die Verfahrensweise, damit eine einheitliche Genehmigungspraxis sichergestellt wird. Über eine ergänzende Verordnung und weitere Anlagen kann so funktional die technische Leistungsfähigkeit beschrieben werden und weitere Voraussetzungen, Verfahrensschritte und Zuständigkeiten effizient reguliert werden.



### ÖV-Betrieb von Kraftfahrzeugen mit autonomen Fahrfunktionen

**Problemskizze:** Der fahrerführerlose Betrieb von Kraftfahrzeugen ist nach geltendem Recht unzulässig. In Erprobungsprojekten wird der Betrieb davon abhängig gemacht, dass ein Fahrzeugführer im Fahrzeug anwesend ist. Ein echtes „Level 4 ÖV“ erfordert eine Überwindung des geltenden Fahrzeugführerprinzips.

**Lösungsvorschlag:** Schaffung von Tatbestandsvoraussetzungen, die den fahrerlosen Betrieb ermöglichen. Anpassung der StVO-Vorschriften durch Überwindung des Fahrzeugführerprinzips und Verweis bzw. Adressierung der Rechtsvorschriften auf die Kraftfahrzeuge als solche.

**Begründung:** Mit der Schaffung eines Rechtsrahmens für die Genehmigung und den Betrieb ist der Level 4 ÖV-Einsatz noch nicht rechtssicher. Ein entsprechender Tatbestand müsste normieren, dass der Betrieb von autonomen Kraftfahrzeugen nur möglich ist, wenn es sich bei den Fahrzeugen um solche handelt, die das oben beschriebene Genehmigungsverfahren durchlaufen haben – also eine Betriebserlaubnis besteht, der Betriebsbereich festgelegt ist (und auch nur dort die autonomen Fahrfunktionen betrieben werden) und das Fahrzeug zum Straßenverkehr zugelassen ist. Weiterhin hat eine entsprechende Vorschrift zu normieren, welche technische Ausrüstung für den Betrieb notwendig ist bzw. welche Beschaffenheit und Fähigkeiten funktional nachzuweisen sind. Um eine völkerrechtliche Kollision zu vermeiden und gleichzeitig dem „Level 4 ÖV“ auch technisch zu entsprechen, ist das Fahrzeug bei Systemgrenzen eigenständig in den risikominimalen Zustand zu überführen, muss zudem jederzeit (auch von „außen“) deaktivierbar sein. Nähere technische, funktionale und betriebliche Anforderungen – insbesondere zu der technischen Ausrüstung der Fahrzeuge – sind per Verordnung zu regeln, um so auch zügige Anpassungen anhand des Stands von Wissenschaft und Technik umsetzen zu können.

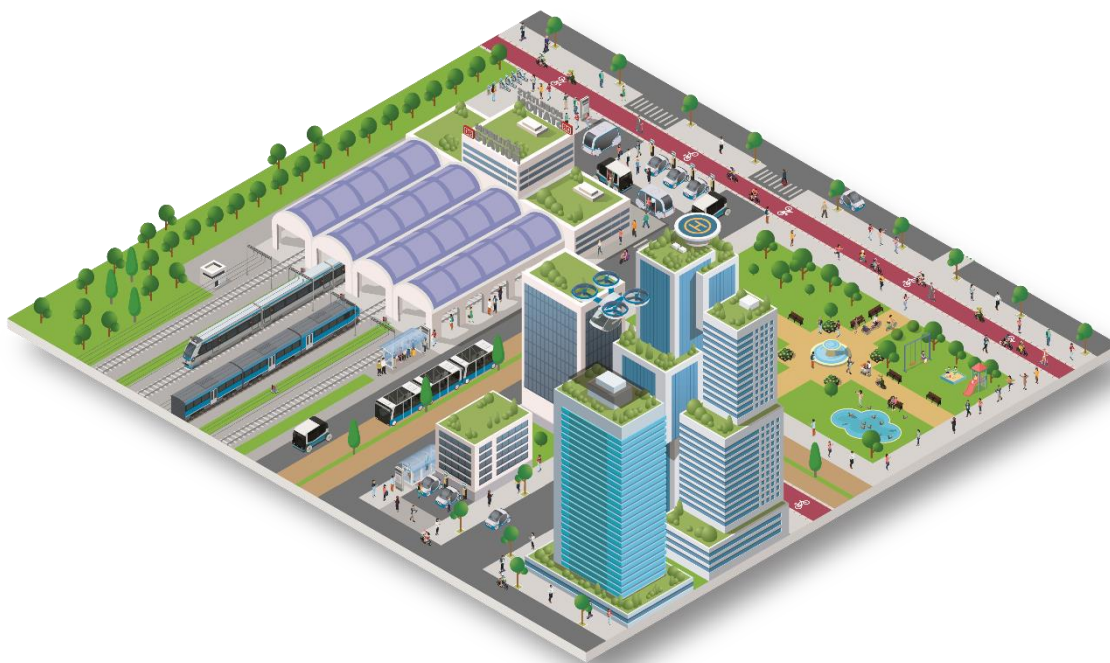


Abbildung 3: ÖV-Systemstärken durch Vernetzung der Verkehrsträger nutzen, VDV-Zukunftsbild (Lupe Mobilitätsstationen), VDV/ CP/Compartner



### **Neue Erprobungsgenehmigung, Sondertatbestand für „Versuchsfahrzeuge und Versuchskonzepte“**

**Problemskizze:** Bis zum Markthochlauf autonomer Kraftfahrzeuge bedarf es eines spezielleren Tatbestands bzw. einer zentralen Erprobungsgenehmigung für Fahrzeuge und Versuchsträger, die noch nicht sämtliche Anforderungen des technischen Anforderungskatalogs erfüllen können.

**Lösungsvorschlag:** Das Verfahren und die einzelnen Regelungen für die Erprobungsgenehmigung sollten mit der „normalen“ Betriebserlaubnis von Kraftfahrzeugen mit autonomen Fahrfunktionen vergleichbar sein und diesen entsprechen. Im Rahmen der Erprobungsgenehmigung sollten auch neue und innovative Ansätze wie beispielsweise teleoperierte Systeme grundsätzlich zur Erprobung im öffentlichen Straßenraum ermöglicht werden.

**Begründung:** Um zu einer Rechtsvereinheitlichung zu kommen bedarf es einer Alternative für diverse Erprobungsprojekte, die heute über die länderspezifische Ausnahmeregelungen (§ 70 StVZO) zugelassen sind. Durch den Verweis auf die allgemeinen Bestimmungen ist so auch für Versuchsfahrzeuge ein klarer Weg vorgezeichnet, um eine echte Betriebserlaubnis zu erhalten. Da die Fahrzeuge noch nicht alle technischen Anforderungen erfüllen (können), erscheint es denkbar, für die Erprobungsgenehmigung einer personellen Rückfallebene – in Form eines wahrnehmungsbereiten Fahrzeugführers – zur Voraussetzung zu machen. Hierbei sind auch Voraussetzungen zu schaffen, die eine Fahrzeugführung „Fernsteuerung/Teleoperation“ zur Erprobung ermöglichen – auch für künftige Rollenmodelle und Berufsbildentwicklungen.



## Verantwortliche und am Betrieb beteiligte Personen

**Problemskizze:** Der Wegfall des Fahrzeugführers muss in beschränktem Maße ausgeglichen werden, auch um die UNECE Resolution<sup>1</sup> zu erfüllen.

**Lösungsvorschlag:** Anpassung der Rechtsfigur des „Fahrzeugführers“ und Schaffung einer neuen Rechtsfigur („betrieblich-technische Aufsicht“) mit klaren Verantwortlichkeiten, Anforderungen und Qualifikationen. Diese übt dabei eine technische und betriebliche Aufsicht über die Kraftfahrzeuge mit autonomen Fahrfunktionen aus. Sie ist dabei nicht einem Fahrzeugführer gleichzustellen, sondern mit eigenen Rechten und Pflichten auszustatten. Diese betreffen die Deaktivierung des Fahrzeugs und die Freigabe von Manövern, welche das Fahrzeug selbstständig ermittelt und durchführt. Die betrieblich-technische Aufsicht haftet dabei nicht nach § 18 StVG, da sie lediglich fahrzeugseitige Manöver überwacht und freigibt. Sie muss dabei sowohl Kompetenzen zum Straßenverkehr nachweisen, als auch eine „Systemkompetenz“ – und ggf. eine „Beförderungskompetenz“.

**Begründung:** Ein fahrzeugführerloser Betrieb bedeutet keinen menschenfreien Betrieb. Es bedarf einer neuen Rolle für den autonomen Betrieb von Kraftfahrzeugen. Schon die Definition der neuen Rolle muss deutlich machen, dass keine Fahrzeugführung vorliegt, sondern eine technische und betriebliche Aufsicht über das Gesamtsystem. Der Haftungsmaßstab im Dreiklang aus Hersteller-, Fahrzeugführer- und Halterhaftung muss überarbeitet werden. Die Herstellerhaftung muss dabei um eine Komponente zur Haftung bei programmiertechnischen Fehlern ergänzt werden. Mangels Fahrzeugführereigenschaft sollte die neue Rechtsfigur nicht dem Haftungsmaßstab aus § 18 StVG unterliegen. Es ist allenfalls eine eigene straßenverkehrsrechtliche Haftungsnorm zu schaffen oder hierauf zu verzichten und es bei einer deliktischen Haftung zu belassen. Ein eigener Haftungsrahmen wäre dabei nur für die Fälle relevant, in denen auch ein unmittelbarer Eingriff auf die Fahrzeugsteuerung (manueller Betrieb) – insbesondere über die Ferne mithilfe von Teleoperations-Werkzeugen – erfolgt.

<sup>1</sup> vgl. Verkehrsblatt 2018/24, S. 866-870.



Der Opferschutz ist dabei durch eine versicherungsrechtliche Lösung in Form einer angepassten Kraftfahrzeug-Haftpflicht zu gewährleisten und der nach wie vor geltenden verschuldensunabhängigen Gefährdungshaftung des Halters aus § 7 StVG. Der Halter muss dabei nachweisen, dass die betriebliche Aufsicht fachlich und persönlich geeignet und zuverlässig ist. Dies sollte durch den Nachweis einer entsprechenden Fahrerlaubnis, ggf. Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung (P-Schein) bzw. Fahrerlaubnis für Omnibusse mit mehr als neun Sitzplätzen (D-Führerschein) bei der Beförderung in größeren (Fahrzeugen) sowie einem Nachweis einer Systemkompetenz für das autonome Fahrzeug durch eine entsprechende Fahrzeug- bzw. Systemschulung durch den Hersteller stattfinden.

Berufskraftfahrer und Beschäftigte im Fahrdienst sind für diese Rolle prädestiniert, da sie genau jene Anforderungen erfüllen können – eingedenk etwaiger Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen. Unter allen Umständen sind überzogene Qualifikationsnachweise, in Form akademischer Abschlüsse oder Meisterprüfungen in Kraftfahrzeugtechnik etc. zu vermeiden, um für die Beschäftigten des Fahrdienstes, auch des Güterverkehrs, eine Weiterbildungsmöglichkeit und neue Berufsbilder zu ermöglichen.



Abbildung 4: Integrierte Verkehrs- und Betriebsleitstellen werden ein wichtiger Bestandteil der Mobilität der Zukunft sein, hier: Mitarbeiter in der Betriebsleitzentrale, Freiburger Verkehrs AG



## Fähigkeiten und Pflichten der betrieblich-technischen Aufsicht

**Problemskizze:** Auch im autonomen Betrieb wird es zu Betriebsstörungen und ungeahnten Vorkommnissen kommen, die durch eine einfache Manöverfreigabe nicht fahrzeugseitig durch das System gelöst werden können. In diesen Fällen bedarf es der Übernahme der Fahrzeugsteuerung durch die betrieblich-technische Aufsicht (manueller Betrieb). Sofern diese unmittelbar auf die Steuerungsebene zugreift, handelt es sich wiederum um keinen Betrieb mittels autonomer Fahrfunktionen, sondern um eine eigenhändige Steuerung, sodass in diesen Fällen eine Haftung und

Verantwortlichkeit übernommen werden müsste. Die manuelle Steuerung wird je nach Fahrzeugdesign und Anwendungsfall entweder über klassische Lenkanlagen oder per sonstiger Steuerungseinrichtung („Controller“) vollzogen. Sofern sich die betrieblich-technische Aufsicht nicht im Fahrzeug oder in unmittelbarer Nähe aufhält stellt sich die Frage, ob und unter welchen Voraussetzungen ein manueller Betrieb bzw. ein teleoperierter Betrieb per Fernsteuerung zulässig sein könnte.

**Lösungsvorschlag:** Für Kraftfahrzeuge mit autonomen Fahrfunktionen muss die Möglichkeit eines manuellen Betriebs ermöglicht werden. Dieser kann sowohl über Lenkanlagen und Einrichtungen im Fahrzeug erfolgen oder im Nahbereich des Fahrzeugs über die Steuerung eines speziellen Controllers. Allerdings sollte zur Gefahrenabwehr in eng begrenzten Fällen eine teleoperierte Notsteuerung auch aus der Ferne – unter der Voraussetzung des Nachweises einer entsprechenden sicheren technischen Einrichtung – durch besondere Kennzeichnung des manuellen bzw. des Notbetriebs und eine Beschränkung auf max. Schrittgeschwindigkeit möglich sein.

**Begründung:** Der manuelle Betrieb, wenn er nicht über Lenkeinrichtungen im Fahrzeug erfolgt, sondern per „Controllersteuerung“, sollte grundsätzlich im Nahbereich (auf Sicht) bzw. im Betriebsgebiet erfolgen, jedoch ohne konkrete Begrenzung einer Maximaldistanz zum Fahrzeug – und sofern eine technische Lösung vorhanden ist. Ohne klare technische Anforderungen des teleoperierten Betriebs – besonders hinsichtlich zeitlicher Verzögerung (Latenz), Übertragungsraten, funktionaler Sicherheit, Anforderungen an den Teleoperator und weiterer Parameter – sollte der teleoperierte Betrieb grundsätzlich vermieden werden.

Aus Gründen der Gefahrenabwehr sollte allerdings auch aus der Ferne ein eingeschränkter „Teleoperierter-Betrieb“ grundsätzlich zulässig sein. Die Teleoperation von Fahrzeugen entspricht dabei nicht der Regel, sondern der unbedingten Ausnahme und ist nur als ultima ratio heranzuziehen, wenn keine andere Lösung möglich ist. Dabei sollte der teleoperierte Notfahr-Betrieb, genauso wie der manuelle Betrieb per Controller, für andere Verkehrsteilnehmer besonders kenntlich gemacht werden (aktivierte Warnblinklichter, sonstige akustische und visuelle Signale und der Betrieb auf maximal fünf km/h, also Schrittgeschwindigkeit, beschränkt werden – bis eigene Regeln, Voraussetzungen und Anforderungen für den teleoperierten Betrieb definiert werden. Um zu vermeiden, dass Teleoperations-Zentralen oder Leitzentren im Ausland den Betrieb beaufsichtigen oder steuern, sollte der Aufbau von Leitstellen nur vor Ort bzw. am Betriebssitz des Halters oder des Betreibers zulässig sein. Für eine grundsätzliche Zulässigkeit und Ermöglichung einer beschränkten Teleoperationsmöglichkeit sprechen die Regelungen aus §§ 1 FZV iVm § 16 Abs. 2 StZVO, der Fahrzeuge mit einer (bauartbedingten) Höchstgeschwindigkeit von unter sechs km/h für zulassungsfrei erklärt. Auch wenn die Fahrzeuge eine bauartbedingte Beschaffenheit von über sechs km/h aufweisen, könnte über eine programmierte Beschränkung auf Schrittgeschwindigkeit im Notfahr-Modus/manuellen Betrieb/Fernsteuerung ein solches Ergebnis in analoger Anwendung zulässig sein.



### **„Externe“ Aufsicht und Betreuungsschlüssel für den Betrieb von Kraftfahrzeugen mit autonomen Fahrfunktionen**

**Problemskizze:** Die betrieblich-technische Aufsicht über Kraftfahrzeuge mit autonomen Kraftfahrzeugen und die damit verbundene Manöverfreigabe und Deaktivierbarkeit darf sich nicht auf ein Eins-zu-eins-Betreuungsverhältnis beschränken. Dies würde den Betrieb unwirtschaftlich gestalten und einer direkten Teleoperation gleichen. Die betrieblich-technische Aufsicht sollte auch von „außen“ – beispielsweise über eine externe Leitstelle oder im Nahbereich/vor Ort – ausgeführt werden dürfen.

**Lösungsvorschlag:** Es ist ein *anforderungsgemäßer Betreuungsschlüssel Eins-zu-n* zu ermöglichen. Ein entsprechender Normentwurf, der die Rechte und Pflichten der betrieblich-technischen Aufsicht bestimmt, sollte nicht auf die Aufsicht eines einzelnen Fahrzeugs beschränkt sein, sondern eine anforderungsorientierte Aufsicht des Betriebsbereichs wählen. Durch die Verwendung von Pluralformen (Bsp.: *Die betriebliche Aufsicht ist verpflichtet, für Kraftfahrzeuge mit autonomen Fahrfunktionen – in ihrem genehmigten Betriebsbereich – Manöver freizugeben oder zu deaktivieren*) kann dies bewerkstelligt werden. Dabei sind Formulierungen zu vermeiden, die eine Notwendigkeit der betrieblich-technischen Aufsicht im Fahrzeug begründen würden.

**Begründung:** Die UNECE-Resolution aus dem Jahr 2018 hat die völkerrechtliche Übereinstimmung für Stufe-4- und Stufe-5-Systeme erklärt, sofern eine Deaktivierung durch eine natürliche Person innerhalb *wie auch außerhalb* von Fahrzeugen gewährleistet ist. Bei einem Level-4-Betrieb ist darüber hinaus das Fahrzeugsystem seine eigene Rückfallebene. Das Beenden des risikominimalen Zustands und die Freigabe von Manövern kann auch aus Leitstellen vollzogen werden. Darüber hinaus lässt sich ein betriebswirtschaftlicher Betrieb von Fahrzeugen nur ermöglichen, wenn ein höherer Betreuungsschlüssel zulässig ist.

Mit einer Eins-zu-eins-Überwachung und der damit verbundenen Verlagerung des Fahrers bzw. der Fahrzeugsteuerung in eine Leitstelle wäre nichts gewonnen. Sofern eine anforderungsorientierte Aufsicht technisch und organisatorisch durch den Betreiber gewährleistet ist, muss diesem auch ein höherer Betreuungsschlüssel ermöglicht werden. Die betrieblich-technische Aufsicht wird im autonomen Betrieb keine eigenständigen bzw. spontanen Manöverfreigaben erteilen, sondern nur nach Erreichen eines risikominimalen Zustands der Fahrzeuge und nach Anforderung des Systems mit einer gewissen Vorlaufzeit. Solange der Reaktionsbedarf die Anzahl der betrieblichen Aufsicht nicht übersteigt, ist ein anforderungsorientierter Betreuungsschlüssel ausreichend, um ein unverzügliches Handeln auf Betriebssituationen zu gewährleisten.

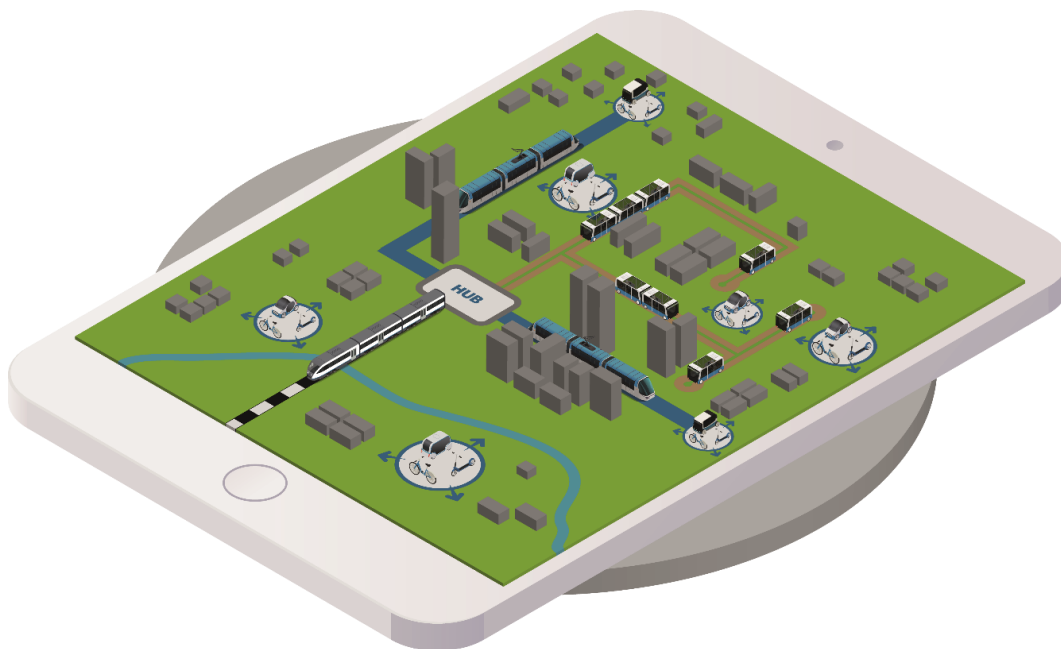


Abbildung 5: Mehr Mobilität bei weniger Verkehr durch multimodale und vernetzte Verkehrsangebote, VDV- Zukunftsbild (Lupe Systemzusammenführung), VDV/ CP/Compartner



## Kommunale Steuerungsinstrumente

**Problemskizze:** Zur Vermeidung von Rückschlag-Effekten wie induzierten Verkehren und einem höheren Flächenverbrauch durch Robo-Taxi-Dienste bedarf es kommunaler Steuerungsinstrumente für die Einführung und Integration autonomer Fahrzeuge in den Straßenverkehr.

**Lösungsvorschlag:** Aufgabenträger und Kommunen benötigen Steuerungsinstrumente, um Einsatzgebiete und Betriebsmodalitäten für autonome Fahrzeuge zu regeln. Die Beförderung von Fahrgästen durch selbstfahrende Fahrzeuge – auch durch Mobilitätsplattformanbieter – erfüllen den Anwendungsbereich des PBefG, sodass dessen Regelungen unmittelbare Anwendung finden. Es ist dabei zu vermeiden, dass bspw. die Überlassung (Car-Sharing, Hailing, Mietwagen etc.) eines autonomen Fahrzeugs Lücken in der personenbeförderungsrechtlichen Regelungen schafft.

**Begründung:** Ein Rosinenpicken und die unkontrollierte Einführung autonomer Fahrzeuge muss vermieden werden. Neben der genehmigungsrechtlichen Ebene der Betriebsbereichsfestlegungen bedarf es ergänzender Marktordnungsmaßnahmen, um vollautomatisierte Fahrzeugflotten zielgerichtet und verkehrlich wirksam in den Straßenverkehr zu integrieren. Über Nahverkehrspläne sollten Aufgabenträger automatisierte Nahverkehrsangebote für ihren Regelungsbereich bestellen können. Dies ist insbesondere in den Ballungsräumen sinnvoll, in denen es regen Verkehr zwischen Städten oder im Pendelbereich von Stadt und Land gibt.



## Fahrzeugdaten: Datenzugänge und betrieblich-technische Integration

**Problemskizze:** Fahrzeugdaten, Echtzeit-Informationen und weitere Verkehrsdaten sind für den sicheren Betrieb existenziell. Systemrelevante Fahrzeugdaten und deren Zugang lizenz- und kostenpflichtig zu gestalten ist hemmend und zwingend zu vermeiden.

**Lösungsvorschlag:** Es muss eine Verpflichtung zur unentgeltlichen Überlassung von system- und betriebsrelevanten Fahrzeugdaten durch die Fahrzeughersteller gesetzlich normiert werden.

**Begründung:** Für den sicheren Betrieb von selbstfahrenden Fahrzeugen ist es für den Halter und Betreiber von höchster Relevanz, entsprechende Fahrzeugdaten, wie bspw. Daten zu Position, Zustand des Fahrzeugs und weitere, aktuell verfügbar zu haben. Eine betrieblich-technische Integration von autonomen Fahrzeugflotten darf nicht lizenzpflichtig ausgestaltet sein. Es ist dabei zwingend zu vermeiden, dass der Halter als Betreiber der Verkehrsleistungen Daten durch das Fahrzeug erhebt und der Hersteller diese für sich behält und lizenzpflichtig an den Halter zurückveräußert. Sofern der Halter zur Überlassung und Vermittlung von fahrzeugrelevanten Systemdaten an zuständige Behörden verpflichtet wird, benötigt er entsprechende Datenzugänge.



## Software-Aktualisierungen und Betriebserlaubnis

**Problemskizze:** Selbstfahrende Fahrzeuge sind mobile Rechenzentren, die aktuell vor Cyberrisiken zu schützen sind. Software-Aktualisierungen, ob sie die Fahrzeugsteuerung oder Informationsebene betreffen, sind laufend in die Programmierung einzuarbeiten. Ein kurzfristiges Software-Update darf die Betriebserlaubnis und Zulassung ebenso wenig gefährden wie den Betrieb selbst.

**Lösungsvorschlag:** Die Fahrzeughersteller sollten verpflichtet werden, die Gewährleistung für die Fahrzeuge zu übernehmen und Software-Aktualisierungen vor dem Einspielen auf das Fahrzeugsystem den zuständigen Behörden (und Haltern) zu übermitteln.

**Begründung:** Die vorherige Genehmigung und Prüfung durch die für die Betriebserlaubnis zuständige Bundesbehörde verhindert ein Erlöschen der Betriebserlaubnis. Der Halter wird in der Regel keinen Einfluss auf die Implementierung von Software-Aktualisierungen haben und darüber hinaus auch nicht einschätzen können, welche Auswirkungen die Software-Aktualisierung auf die Fahrzeugsteuerungsebene haben wird. Er wäre damit dem erheblichen wirtschaftlichen Risiko einer Betriebsuntersagung bzw. dem Entzug der Betriebserlaubnis des Fahrzeugs ausgesetzt. Eine klare Verantwortlichkeit zu Lasten des Herstellers führt so zu einem interessengerechten Ergebnis und einer Schadensersatzpflicht für den Betriebsausfall des Fahrzeugs.



## Erweiterte Halterpflichten hinsichtlich Sicherheit und Dokumentation

**Problemskizze:** Der Betrieb eines selbstfahrenden Fahrzeugs begründet eine höhere Gefährdungshaftung durch das Fahrzeug. Der Halter könnte verpflichtet werden, erweiterte Anforderungen und Pflichten hinsichtlich der technischen Überwachung, Wartung und Instandhaltung des Fahrzeugs und der dazugehörigen Dokumentation übernehmen zu müssen.

**Lösungsvorschlag:** Die Halterpflichten bzgl. der technischen Überwachung autonomer Fahrzeuge sollten sich an den bestehenden Überwachungszyklen und Pflichten aus dem Anhang VII der StVZO orientieren.

**Begründung:** Eine unsachgemäß hohe Verpflichtung zu erhöhten Sicherheitsprüfungen und Hauptuntersuchungen sind zu vermeiden und hemmen einen wirtschaftlichen Betrieb der Fahrzeuge. Öffentliche Verkehrsunternehmen als Halter und Betreiber verfügen über entsprechende Betriebshöfe und Werkstätten mit qualifiziertem Personal, sodass eine regelmäßige Wartung, Prüfung und eine tägliche Abfahrkontrolle gewährleistet ist. Der Hersteller sollte verpflichtet werden, entsprechende Wartungsinformationen und Diagnose-Werkzeuge zur Verfügung zu stellen, um die relevanten Fahrzeuginformationen laufend zu prüfen. Die Abfahrkontrolle muss über digitale Schnittstellen vollzogen werden können – insbesondere, wenn die Fahrzeuge nicht mehr über klassische Lenkanlagen und Steuerungseinrichtungen verfügen. Dabei sind vor dem öffentlichen Personenbetrieb tägliche Selbstprüfungen des Fahrzeugs und ein vorheriger Testbetrieb der Fahrfunktionen im autonomen Betriebsmodus eine Selbstverständlichkeit.



## Verzicht auf fahrgastseitige Verpflichtungen

**Problemskizze:** Ohne Fahrzeugführer oder Begleitperson ist lediglich der Fahrgast im Fahrzeug. Bei entsprechenden Auffälligkeiten des Systems oder beispielsweise einem Verkehrsunfall stellt sich die Frage, wer die „sonstigen“ – nicht an die Fahrzeugführung gerichteten – Verhaltensanforderungen und -pflichten wahrnehmen soll.

**Lösungsvorschlag:** Eine Verpflichtung der Fahrgäste bspw. über die Erweiterung der allgemeinen und besonderen Beförderungsbedingungen ist zu vermeiden. Der Betreiber hat entsprechende technische- oder betriebliche Maßnahmen zu erfüllen, beispielsweise durch mobile Service-Einheiten oder durch Vorhalten von besonderem Personal innerhalb des Betriebsgebiets, um die sonstigen Verkehrspflichten nach Bedarf wahrzunehmen.

**Begründung:** Der Fahrgast wird keine Kenntnis über die Funktionsweise des Fahrzeugs besitzen und sollte darüber hinaus auch nicht dem Risiko ausgesetzt werden, etwaige Schadensminderungspflichten umzusetzen. Darüber hinaus könnte der Fall vorliegen, dass sich lediglich mobilitätseingeschränkte Personen oder Kinder (oder niemand) im Fahrzeug befindet. Wenn der Fahrgast Verpflichtungen wahrnehmen müsste, zu denen er nicht in der Lage wäre, müsste seine Beförderung ausgeschlossen werden, was kein Ziel darstellen kann. Der Betreiber besitzt umfassende Kenntnisse über den Betrieb und kann entsprechende Ansprechpersonen für die sichere Gewährleistung zur Verfügung zu stellen.



## BOKraft-Anpassung für den fahrerlosen ÖPNV-Betrieb

**Problemskizze:** Durch den Wegfall des Fahrzeugführers ist kein Fahrdienstpersonal im Fahrzeug, welches die personenbeförderungsrechtlichen Anforderungen der Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr (BOKraft) erfüllen und durchsetzen kann, beispielsweise Fundsachensicherung, Beförderungsausschluss etc. Die betrieblich-technische Aufsicht, beispielsweise aus der Leitstelle, ist in konsequenter Auslegung ihrer Rechten und Pflichten kein Personal des klassischen Fahrdienstes, welches diese beförderungsrechtlichen Anforderungen erfüllt.

**Lösungsvorschlag:** Anpassungen und Erweiterung der BOKraft. Neuverteilung der Rechte und Pflichten im Beförderungsbetrieb oder ergänzende Vorschriften für den Linien- und Bedarfsbetrieb mit Kraftfahrzeugen mit autonomen Fahrfunktionen.

**Begründung:** Verkehrsunternehmer treffen als Betreiber nach der Rechtsprechung besondere Sorgfaltspflichten. Nicht alle Anforderungen lassen sich in das Fahrzeugsystem einprogrammieren, sodass weiterhin die Rolle eines Menschen für den autonomen Betrieb zu bedenken ist. Ein eigener Anforderungs- und Pflichtenkatalog für die Beförderung von Fahrgästen mit fahrerlosen Kraftfahrzeugen ist ein notwendiger Schritt für den sicheren ÖPNV-Betrieb. Dazu gehört es auch, geeignete Innenraum-Überwachungskonzepte im Fahrzeug zu ermöglichen.

## Fazit und Regulierungsauftrag

Es liegen enorme Chancen für die Verkehrswende in einer künftigen guten Regulierung für das autonome Fahren im öffentlichen Verkehr. Der Gesetzgeber ist bei der anstehenden Regulierung von Kraftfahrzeugen mit autonomen Fahrfunktionen gefordert, einen Rechtsrahmen zu schaffen, der sowohl innovativ ist als auch ausreichende Rechts- und Planungssicherheit ermöglicht. In Anbetracht des menschenzentrierten Charakters des Rechtssystems wird der Gesetzgeber in einigen Fragen dazu gefordert werden, bestehende Rechtsverständnisse neu auszulegen und ggf. neue zu entwickeln.

Die Regulierung des autonomen Fahrens in festgelegten Betriebsbereichen wird einen weiteren Meilenstein für die Innovations- und Zukunftsfähigkeit Deutschlands bedeuten. Der VDV und seine Mitgliedsunternehmen sehen sich, gestützt auf vielfältige Erfahrungen aus den Erprobungsbetrieben, als innovativer Treiber in diesem Zukunftsfeld und sind gewillt, das anstehende Regelungsvorhaben zeitnah und flächendeckend in die Realität umzusetzen.

In den vergangenen Monaten haben zahlreiche Projekte und Arbeitsgruppen die besonderen Anforderungen an die Mensch-Maschinen-Schnittstelle im ÖPNV-Betrieb untersucht. Neben den allgemeinen Anforderungen an die Verkehrskompetenz von autonomen Fahrzeugen sind insbesondere auch ÖPNV-spezifische Anforderungen der Personenbeförderung im autonomen Betrieb zu betrachten. Der VDV und seine Mitgliedsunternehmen haben sich intensiv damit beschäftigt und Abschätzungen für die Übertragung von Tätigkeiten und Aufgaben des Fahrpersonals und der Betriebsorganisation an einen fahrerlosen Betrieb entwickelt.

Mit dem vorliegenden Positionspapier will der VDV wichtige Hinweise und Musterlösungen aus den laufenden Vorhaben für die anstehenden Regulierungsarbeiten liefern und steht für tiefere Fachdiskussionen zu einzelnen Teilbereichen zur Verfügung.



Abbildung 6: Ein Blick in die Zukunft: Europas erster integrierter Flottenbetrieb autonomer Pendelbusse im öffentlichen Straßenraum, hier am Busbahnhof Monheim am Rhein, VDV