

Leistungskostengutachten 2.0 – autonomes Fahren als Baustein des Deutschlandangebots



Gabriel Flore, PwC
24. Juni 2026

Wir unterstützen die ÖPNV-Branche auf allen Ebenen bei strategischen, organisatorischen, regulatorischen und wirtschaftlichen Themen

Bund

- Bundesministerien
- Verbände



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung
im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



VDV Die Verkehrs-
unternehmen



Bundesverband
Deutscher
Omnibusunternehmer

Umwelt
Bundesamt



Länder

- Landesministerien
- SPNV-Aufgabenträger
- Verkehrsverbünde

Ministerium für Bauen, Wohnen,
Stadtentwicklung und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



STAATSMINISTERIUM
FÜR WIRTSCHAFT
ARBEIT UND VERKEHR



Freistaat
SACHSE

nwl

nwbw

VBB

LN
LNVG

Landesnahverkehrs-gesellschaft
Niederrhein



RHEINLAND
Bewegt Dich.



WESTFALENTARIF

Bundesverband
SchienenNahverkehr
Wir gestalten Mobilität.

VVO



Kommunen

- ÖSPV-Aufgabenträger/Kommunen
- Verkehrsunternehmen

+ Industrie

VGf

MVG



HOCHBAHN



SWEG

DB

stadtbuss
lindau

moBiel



SWK
Stadtwerke Kassel

KREIS
WARENDORF

MÄRKISCHER KREIS



Folgende Fragen möchte ich heute diskutieren



LKG 2.0: Welcher **Finanzierungsbedarf** ist im ÖPNV bis 2040 zu erwarten?



Welche **Rolle** wird das **autonome Fahren** spielen, warum brauchen wir autonomen ÖPNV?



Welchen Beitrag kann das autonome Fahren zur langfristigen **Finanzierbarkeit** leisten?



Wie wird die Rollenverteilung um **Ökosystem** des autonomen ÖPNV sein?



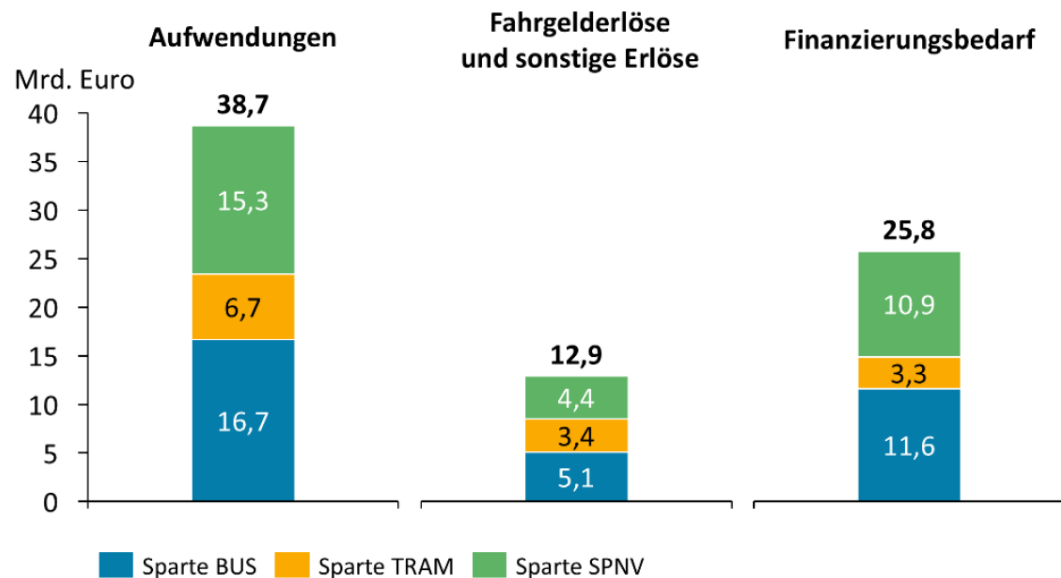
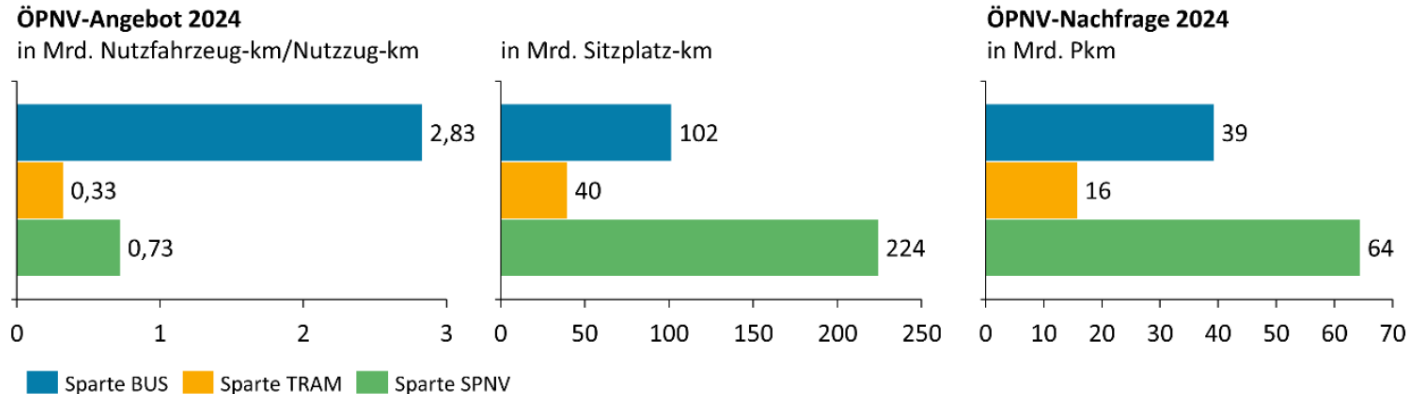
Wie sieht der **Fahrplan** zum autonomen Fahren aus?



Leistungskosten- gutachten 2.0: Tram- und Busverkehr im Modernisierungs- und Deutschlandangebots-Szenario

Auf Grundlage des Status Quo 2024 haben wir 2 Szenarien entwickelt

Status Quo 2024



Szenarien 2040

Modernisierung 2040



Bestandssicherung und signifikante Verbesserung der ÖPNV-Qualität bei punktuelltem Ausbau des Angebots

- Vorantreiben der **Antriebswende** bei Bussen und im SPNV
- Umsetzung von **Infrastrukturmaßnahmen**
- Abbau des **Nachholbedarfs** an Infrastrukturmaßnahmen

Deutschlandangebot 2040

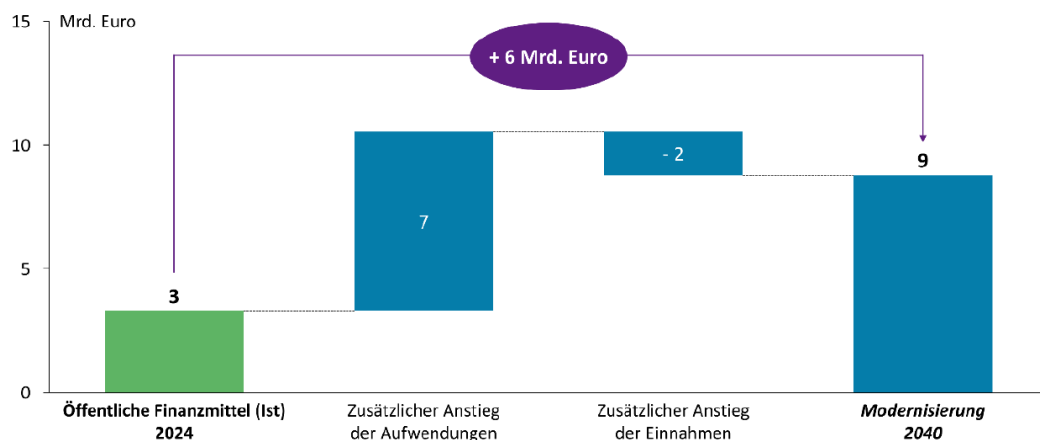
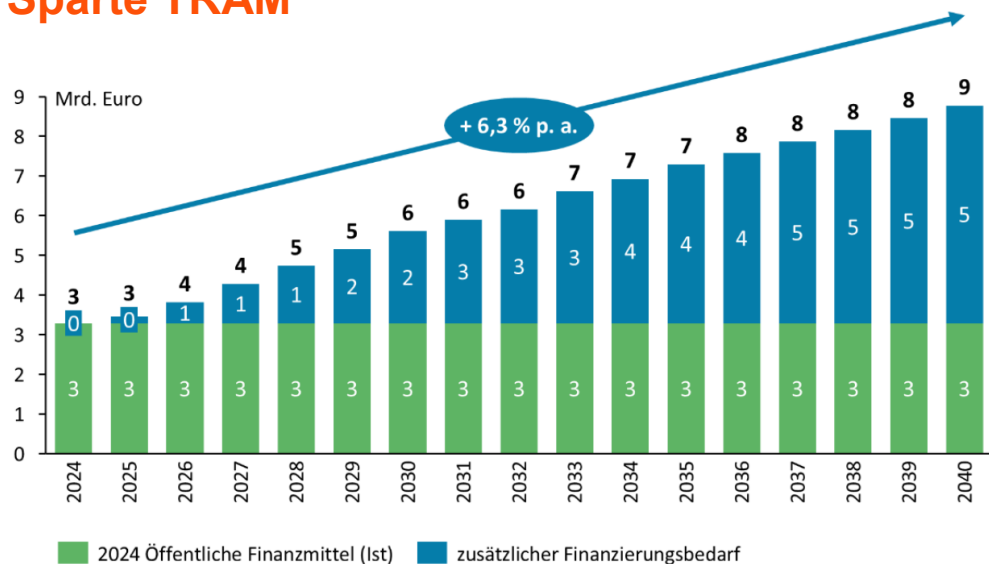


Signifikante Verbesserung von Qualität UND Quantität

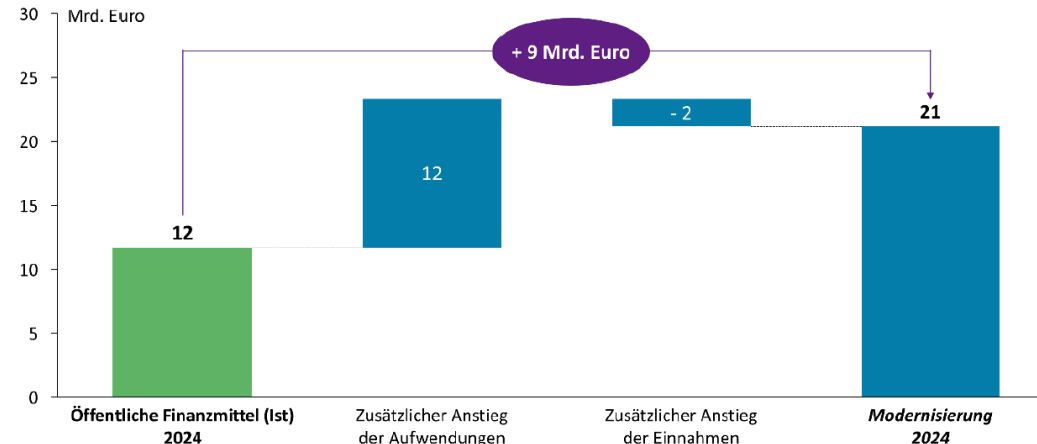
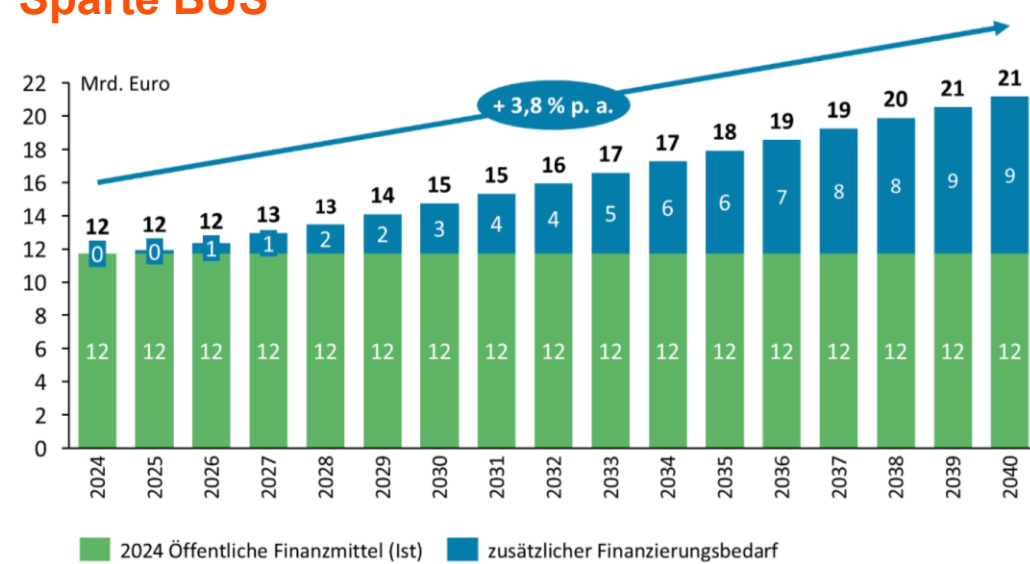
- Alle Maßnahmen aus der **Modernisierung 2040**
- Realisierung Zielfahrplan „**Deutschlandtakt**“
- **Anschlusssicherung** im Schienenpersonenverkehr
- **Angebotsverdichtung** Tram/U-Bahn um 40 %
- **Fahrplanbeschleunigung** um 5 %
- Ausbau des Busangebots zur **Erschließung der Fläche**, in ländlichen Räumen mit kleinen Fahrzeugen/On Demand

Bereits im Modernisierungs-Szenario zeigt sich ein deutlicher Anstieg des Finanzierungsbedarfs

Sparte TRAM

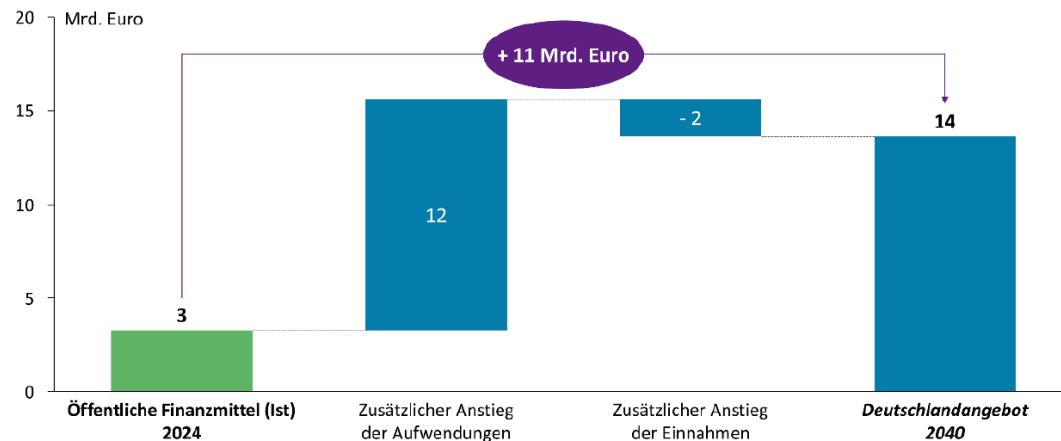
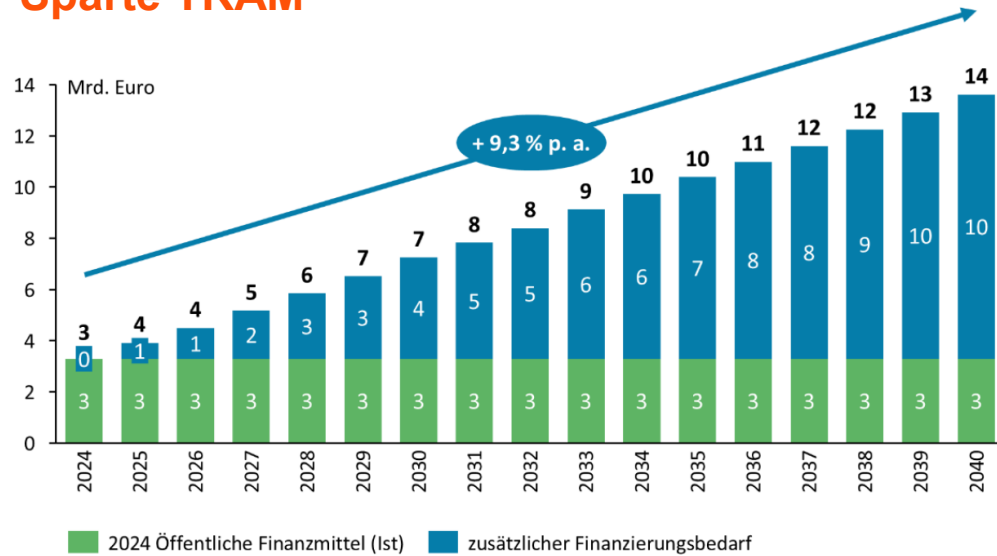


Sparte BUS

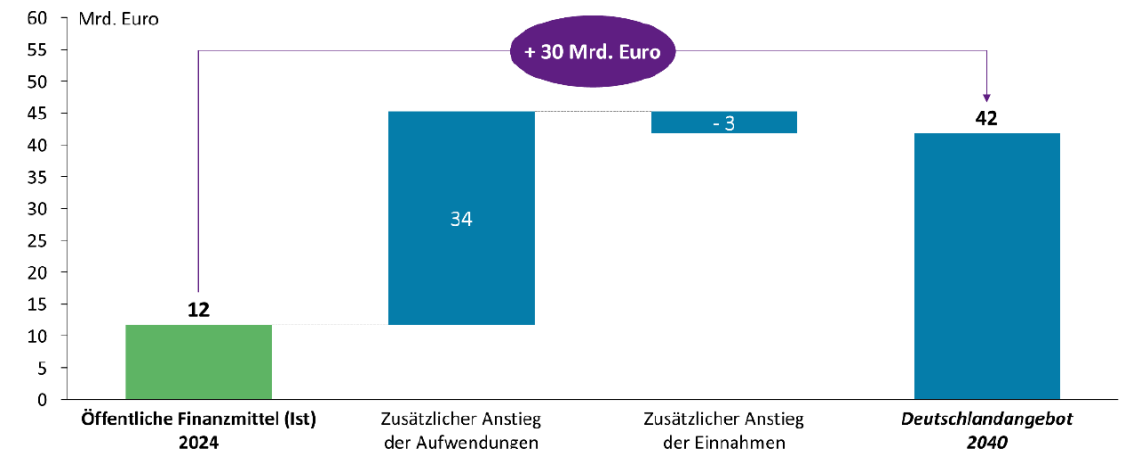
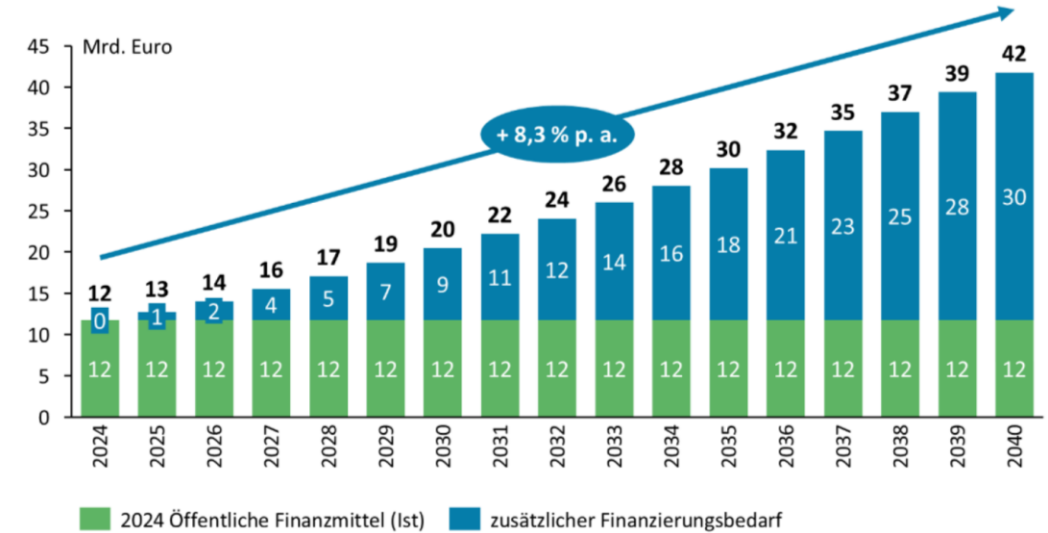


Im Deutschlandangebot-Szenario nimmt der Finanzierungsbedarf insbesondere im Busbereich weiter deutlich zu

Sparte TRAM



Sparte BUS



Auch der Fachkräftebedarf wird weiter steigen, im Deutschlandangebot insbesondere massiv im Busbereich

Beschäfte (VZÄ)	Status Quo 2024	Modernisierung 2040	Deutschlandangebot 2040
Fahrdienst BUS	106.000	111.700	177.900
Fahrdienst TRAM	15.000	16.400	23.000
Fahrdienst SPNV	24.000	27.000	31.900
Technischer Dienst	65.000	79.500	133.400
Verwaltung	49.000	59.900	100.500
Summe	259.000	294.500	466.700

+ 71.900

absoluter Mehrbedarf an Busfahrpersonalen im Szenario Deutschlandangebot 2040

+ 68 %

relativer Mehrbedarf an Busfahrpersonalen im Szenario Deutschlandangebot 2040

> 50 %

des Busverkehrs 2040 müsste autonom erbracht werden

Die ÖPNV-Branche muss einen eigenen Beitrag leisten, um die Transformation erfolgreich zu gestalten



Effizienz & Strukturen

- Optimierung von **Prozessen** und **Aufgabenverteilungen** zur Senkung von Kosten und Komplexität
- Ausbau unternehmensübergreifender **Kooperationen** und verbessertes Schnittstellenmanagement
- **Standardisierung** von Fahrzeugen, Technik und IT zur Vereinheitlichung der Systemlandschaft



Kunden & Angebot

- Kontinuierliche Anpassung des Angebots an veränderte **Mobilitätsbedürfnisse**
- Weiterentwicklung und Vereinfachung der **Tarifsysteme** mit Fokus auf das Deutschlandticket
- Ausbau digitaler **Vertriebskanäle** und Verbesserung der **Fahrgastinformation**



Mitarbeiter & Zusammenarbeit

- **Einbindung** der Beschäftigten und Fortführung des **Dialogs** mit Gewerkschaften
- Weiterentwicklung von **Arbeitszeitmodellen, Qualifizierung** und Anreizsystemen
- Ausbau moderner **Arbeitsstrukturen** mit Fokus auf Produktivität und Transformation



Digitalisierung & Automatisierung

- **Digitalisierung** zentraler Prozesse (z. B. Planung, Instandhaltung, Verwaltung)
- Ausbau **automatisierter Abläufe** im Betrieb (u.a. unter Nutzung von **KI**)
- **Skalierung** bisheriger Pilotprojekte zum **autonomen Fahren** in den Regelbetrieb



Autonomes Fahren im ÖSPV: Potentiale und Handlungs- bedarfe auf dem Weg zum Deutschlandangebot



Personalmangel: „Der Bus fällt aus.“

bereits jetzt fehlen mehr als 20 Tsd.
Busfahrer, Tendenz stark steigend



Fahrpersonalkosten machen grob
die Hälfte der Gesamtkosten aus



in mehreren Bundesländern fühlt sich
fast die Hälfte „vom ÖPNV abgehängt“



Armutsgefährdungsquote der 65+-
Jährigen bereits bei rund 20%

Personalmangel: „Der Bus fällt aus.“

Autonome Shuttles und Busse als integraler Bestandteil eines zukünftigen, stärker vernetzten Mobilitätssystems:

- 1:1-Substitution von Linien- und Flächenverkehren
- Optimierung bestehender Angebote
- Angebotsausbau, u.a. als Zubringerverkehre



Die Kostenstrukturen im ÖPNV werden sich durch die Einführung des vollautomatisierten Fahrens deutlich verändern



Kostensenkungen

Direkt:



Fahrdienst und Einsatzplanung



Fahreinsatzplanungen und -schulungen

Indirekt:



Fahrzeugvorhaltung



Kostengünstige Angebotserweiterung



Ergänzung des Schienenverkehrs



Erlöseffekte



Kostensteigerungen



Fahrzeugvorhaltung



Bereitstellung und Instandhaltung



Technische Aufsicht



Verkehrsüberwachung & Notfallmanagement



Fahrgastraumüberwachung & Sicherheitsdienst



Kundendienst



Entwicklungsbedingte Einflussfaktoren



Energiekosten



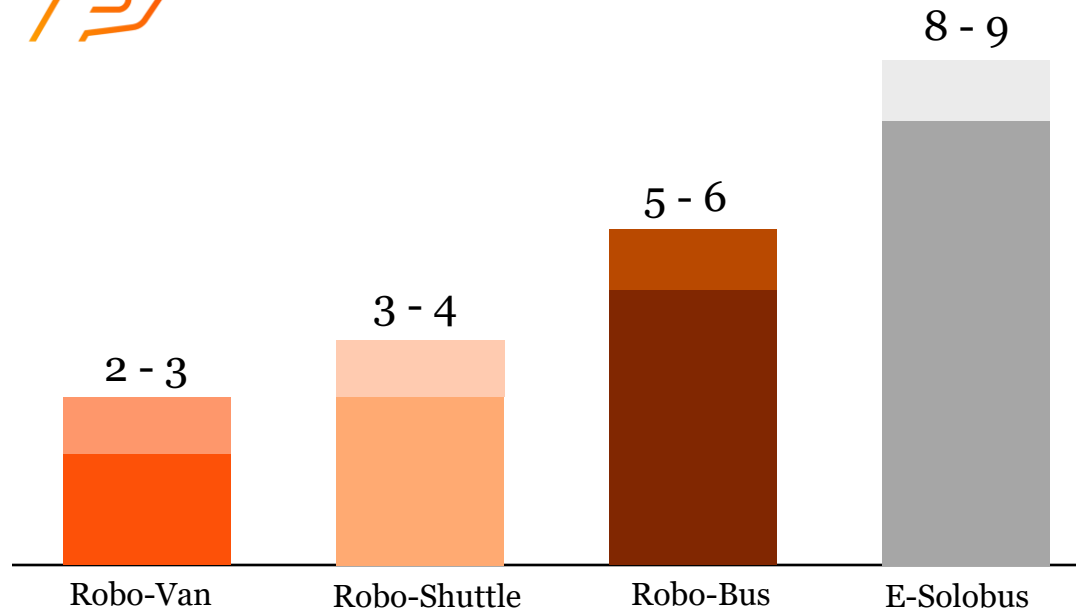
Betriebliches Flottenmanagement



Betriebshöfe und Ladeinfrastruktur

Trotz Einsparpotenzial verhindern fehlende Fahrzeuge, begrenzte Nachfrage und regulatorische Unsicherheit gegenseitig den Markthochlauf

Prognose-Werte für Kostensätze in €/Nutz-Wagen-km ab 2035 im Regelbetrieb

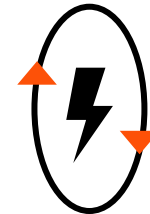


aber:



Keine Nachfrage ohne Fahrzeuge:

Verkehrsunternehmen können autonome Busse/Shuttles erst **ausschreiben** und einplanen, wenn **serienreife, typzugelassene Fahrzeuge** real verfügbar sind. Aktuell existieren meist nur Prototypen mit Erprobungsgenehmigungen.



Keine Fahrzeuge ohne Nachfrage:

Hersteller autonomer ÖPNV-Fahrzeuge investieren nur dann in **Serienproduktion** und teure **Homologation**, wenn es **verbindliche Abnahmezusagen** und skalierbare Projekte gibt. Investoren erwarten belastbare Absatzmärkte.

Beim Einsatz autonomer Fahrzeuge sind vielfältige verkehrliche Szenarien denkbar – schematische Beispiele neben dem 1:1-Ersatz

Exemplarische Betrachtung verschiedener verkehrlicher Szenarien



Szenario 1

1 mittel ausgelasteter Solobus

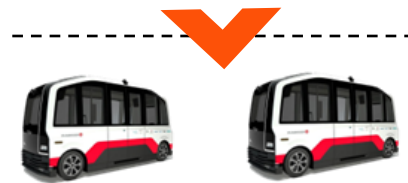
wird ersetzt durch
1 Robo-Shuttle
und **1 Robo-Van/SUV**
im Flächenverkehr



Szenario 2a

1 hoch ausgelasteter Solobus

wird ersetzt durch
2 Robo-Shuttles
im Flächenverkehr



Szenario 2b

1 hoch ausgelasteter Solobus

wird ersetzt durch
1 Robo-Bus im
Linienverkehr und
1 Robo-Van/SUV
im Flächenverkehr



Szenario 3

1 gering ausgelasteter Solobus

wird ersetzt durch
2 Robo-Vans/SUVs
im Flächenverkehr



Welche Rolle nehmen die AD-Anbieter im Ökosystem ein? – rein technischer Support bis vollständiger Mobilitätsdienstleister denkbar



**zunehmender
„Auslagerungsumfang“**



Der Fahrplan zum autonomen Fahren von der Strategie und dem Grobkonzept zur Implementierung umfasst eine Vielzahl an Schritten



Phase I – Systemische Strategische Weichenstellung

- 1** Strategie & Grobkonzept definieren
(Rechtsrahmen, Einsatzgebiet, Marktüberblick etc.)
- 2** Partnernetzwerk aufbauen
- 3** Ziel-Use-Cases festlegen
(Ergänzung oder Ersatz)
- 4** Governance & Verantwortungen klären



Phase II – Wirtschaftlichkeit und Organisation als Grundlage für die Skalierung

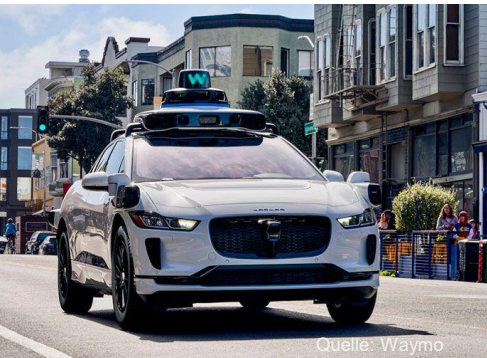
- 5** Business Case entwickeln
- 6** Ökosystem & Rollenmodell festlegen
- 7** Rechtssicherheit herstellen
- 8** Vergabestrategie entwickeln



Phase III – Umsetzung und Regelbetrieb inkl. gesicherter Wiederholbarkeit

- 9** Umsetzungs- & Hochlaufplanung konkretisieren
- 10** Infrastruktur & Betrieb vorbereiten
- 11** Sicherheit, Akzeptanz & Kommunikation sicherstellen
- 12** Implementierung starten

Außerhalb der EU sind Robotaxis bereits Standard und der erste Robobus im Linienbetrieb fährt ohne Sicherheitsfahrer



Waymo Robotaxi

- Einsatz in **10 US-Städten**, u. a. San Francisco, Phoenix, Los Angeles
- Betrieb **ohne Sicherheitsfahrer** seit **2020**
- fast **4 Tsd. Fahrzeuge** im Einsatz



Apollo Go Robotaxi

- Einsatz in rund **20 Städten weltweit**, u. a. Shanghai, Beijing, Wuhan, Shenzhen, Chongqing sowie Dubai und Abu Dhabi
- Betrieb **ohne Sicherheitsfahrer** seit **2022**
- mehrere **Tsd. Fahrzeuge** im Einsatz



Pony.ai Robotaxi

- Einsatz in mehreren **chinesischen Städten**, u. a. Shanghai, Beijing, Shenzhen und Guangzhou
- Betrieb **ohne Sicherheitsfahrer** seit **2022**
- fast **2 Tsd. Fahrzeuge** im Einsatz



Verne Robotaxi

- Einsatz in **Zagreb**, Kroatien
- **geplanter** Betriebsbeginn **ohne Sicherheitsfahrer** spätestens Ende **2026**
- aktuell rund **10 Fahrzeuge** im Einsatz, geplant sind rund **60 Fahrzeuge**



Stavanger Robobus

- Einsatz in **Stavanger**, Norwegen
- Betrieb **ohne Sicherheitsfahrer** seit April **2026 genehmigt**
- aktuell **einzelne Fahrzeuge** im Einsatz

Risiken des Abwartens – gar nicht zu starten ist strategisch riskanter als ein kontrollierter Pilotstart

Kosten- und Personalrisiko:

- Fortbestehender **Fahrpersonalmangel**
- Keine Entlastung steigender **Betriebs- und Lohnkosten**
- Festschreibung heutiger (z.T. ineffizienter) **Kostenstrukturen**

Mittelfristig sinkende Wirtschaftlichkeit und geringere Finanzierungsspielräume



Förder- und Investitionsrisiko:

- Verlust von **Bund-/Landesfördermitteln** und Modellregionen
- Späterer Einstieg meist ohne **Gestaltungsspielraum**
- Geringere politische **Sichtbarkeit**

Verlust von Fördermitteln, politischer Sichtbarkeit und Einfluss auf Standards



Kompetenz- und Governancerisiko:

- Fehlende Betriebs-, Leitstellen- und Genehmigungserfahrung
- **Abhängigkeit** von Herstellern und Integratoren
- Schwächung der Besteller- und **Steuerungsrolle**

Verlust der systemischen Steuerungs- und Bestellerrolle



Wettbewerbs- und Substitutionsrisiko:

- Private/autonome Angebote besetzen neue **Mobilitätssegmente**
- Gefahr paralleler, **nicht-integrierter Angebote** außerhalb des ÖPNV
- Verlust von **Marktanteilen** und Netzwirkung

Verlust der Gestaltungshoheit über zukünftige Mobilitätsangebote



Akzeptanz- und Reputationsrisiko:

- Geringere **Nutzerakzeptanz** ohne eigenes Erleben
- Wahrnehmung als **innovationshemmend** oder rückständig
- Vertrauensverlust in die **Zukunftsfähigkeit** des ÖPNV

ÖPNV wird als reaktiv statt gestaltend wahrgenommen



Pfadabhängigkeits-Risiko:

- **Frühstarter** definieren Standards, Rollen und Schnittstellen
- **Spätstarter** müssen sich vorgegebenen Modellen anpassen (inkl. Hersteller- und Plattform-Lock-ins)
- Eingeschränkte **Freiheitsgrade** bei späterer Skalierung

Geringe Freiheitsgrade bei späterer Skalierung



Der autonome ÖPNV ist ein wichtiger Baustein auf dem Weg zum Deutschlandangebot bzw. zur Angebotssicherung im Status Quo



- Das LKG 2.0 zeigt: **Finanzierungs- und Personalbedarfe** steigen deutlich, insbesondere im Busbereich.
- Das **autonome Fahren** ist ein entscheidender Hebel, das ÖPNV-**Angebot aufrecht zu erhalten** bzw. weiter auszubauen.
- Die anstehende Automatisierung verschiebt die **Kosten- und Betriebsmodelle** grundlegend.
- **Aktives Handeln** entscheidet über Rolle, Steuerungsfähigkeit und Skalierung im zukünftigen ÖPNV-System.

Robo-Bus-Radar 2025

Transformation voraus –
Vollautomatisierte Fahrzeuge stehen im
deutschen ÖPNV vor dem Durchbruch!

Der öffentliche Nahverkehr steht unter massivem Druck: Es fehlt an Fahrpersonal, die Betriebs- sowie Investitionskosten steigen, und gleichzeitig wächst der gesellschaftliche und politische Anspruch, Mobilität klimafreundlicher und inklusiver zu gestalten. Klassische Lösungen stoßen dabei zunehmend an ihre Grenzen.

Gemeinsam genutzte, fahrerlose Fahrzeuge gelten als vielversprechender Ansatz. Sie könnten den Nahverkehr flexibler, verlässlicher und unabhängiger vom Menschen gestalten.

Was noch vor wenigen Jahren visionär klang, wird heute in zahlreichen Pilotstädten weltweit, auch hier in Deutschland, erprobt. Technologieunternehmen, Fahrzeughersteller und die öffentliche Hand investieren Milliarden in autonome Mobilitätslösungen für den Alltag.

Doch wie weit ist der Weg zur Praxis wirklich? Welche Technologien befinden sich im Praxistest? Welche Pilotprojekte liefern belastbare Erkenntnisse und welche rechtlichen sowie strukturellen Hürden sind vor dem Schritt in den Regelbetrieb zu nehmen?

Auf diese und weitere Fragen gibt das **PwC-Robo-Bus-Radar 2025** Antworten: Es liefert einen aktuellen Überblick über den Entwicklungsstand autonomer Fahrzeuge im ÖPNV, beleuchtet zentrale Akteure, Technologien und Projekte und zeigt auf, unter welchen Voraussetzungen autonome Busse und Shuttles flächendeckend Realität werden können.

Klar ist: Vollautomatisiertes Fahren ist keine Zukunftsmusik mehr – es rollt bereits an. Und die Weichen dafür müssen jetzt gestellt werden, damit Deutschland zeitnah ein Leitmarkt für autonomes Fahren wird!



<https://www.pwc.de/robobusradar>

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit – ich freue mich auf den Austausch



Gabriel Flore

Manager Infrastructure & Mobility

Tel.: +49 211 981-2548

E-Mail: gabriel.flore@pwc.com

© 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.

[pwc.com](https://www.pwc.com)