

Automatisierter ÖPNV in Deutschland

Im öffentlichen Nahverkehr ist der Einsatz autonom fahrender Busse in vollem Gange. Denn an die Automatisierung des ÖPNV werden hohe Erwartungen geknüpft: bessere Ressourcennutzung, höhere Zuverlässigkeit und Flexibilität, mehr Sicherheit sowie Einsparungen bei den Arbeitskosten. Interaktive Karten zeigen die rasante deutschlandweite Entwicklung zahlreicher Projekte insbesondere in urbanen und suburbanen Räumen zwischen 2016 und 2024. Von Stella Marie Köhler, Karol Kurnicki, & Wladimir Sgibnev

Die Automatisierung von Straßenfahrzeugen ist ein zentraler technologischer und gesellschaftlicher Trend und ein prioritärer Entwicklungspfad für Verkehrspolitik und -wirtschaft. "Autonome" Fahrzeuge, die immer wieder ihren Auftritt in Medien quer über den Globus haben, sollen Probleme des Individualverkehrs lösen und die Fortbewegung effizienter gestalten. Die Unterscheidung zwischen automatisiertem und autonomem Fahren ist analytisch bedeutsam, wird in öffentlichen wie politischen Diskursen jedoch häufig verwischt. Während automatisierte Systeme einzelne Fahraufgaben übernehmen (zumeist unter Aufsicht), impliziert autonomes Fahren im engeren Sinn eine vollständige Selbststeuerung ohne menschliches Eingreifen (SAE Level 5) – ein Zustand, der bislang weder technisch realisiert noch rechtlich zugelassen ist (Automatisierungsstufen und rechtlicher Rahmen siehe **Glossar**). Wie Kollosche und Schwedes (2016, S. 21) warnen, drohen durch unscharfe Begriffsverwendungen ähnliche Missdeutungen und politische Fehleinschätzungen wie im Kontext der Elektromobilität. Die analytische Trennung von technischer Realität und diskursivem Erwartungshorizont ist daher von hoher Relevanz.

Auch im öffentlichen Nahverkehr (ÖPNV) ist die Automatisierung von Bussen bereits in vollem Gange – was das vorliegende Karten-Dossier beleuchtet und erläutert. Die Automatisierung ermöglicht, so die Hoffnung, eine bessere Ressourcennutzung, verbesserte Zuverlässigkeit und Flexibilität, mehr Sicherheit und Einsparungen bei den Arbeitskosten, insbesondere angesichts des dramatischen Beschäftigtenmangels im Verkehrssektor. Wie in **Grafik 1** erkennbar wird, erfuhr der Einsatz von Automatisierungslösungen im öffentlichen Verkehr eine rasante Entwicklung im Beobachtungszeitraum von 2016 bis 2024 (Datenerhebung siehe **Glossar**).

Der Testbetrieb automatisierter Busse findet im Alltags-Einsatz, auf Testgeländen und in bereits etablierten Verkehrssystemen statt. Die Systeme werden sowohl für den Einsatz in städtischen als auch in ländlichen Gebieten getestet, dienen dort jedoch unterschiedlichen Zwecken: im ersten Fall als potenzieller Ersatz bestehender Buslinien in der Zukunft, im zweiten als Lösung für Lücken im Verkehrsnetz in abgelegenen Gebieten. Aufgrund der Verschmelzung von privatem und öffentlichem Verkehr und Interessen basiert der Testbetrieb zumeist auf Projekt-Logiken in komplexen Kooperationsstrukturen, mit Beteiligung von Universitäten und Forschungszentren, lokalen Verwaltungen und Unternehmen, überwiegend mit öffentlicher Anschubfinanzierung. In Deutschland findet die Implementierung an verschiedenen Standorten im ganzen Land statt.

Karte 1 zeigt, wie weit verbreitet diese Testfelder sind – sowohl räumlich, als auch hinsichtlich der Anzahl beteiligter öffentlicher und privater Akteure. Insbesondere Förderprogramme der Bundesministerien und der EU fallen ins Auge. Trotz bisher bescheidener Erfolge und Ausmaße im Betrieb, bleibt die Automatisierung über Parteien und Legislaturperioden hinweg als politische Priorität bestehen und weithin unhinterfragt.

Gleichzeitig kann die kleinteilige Projektlogik der Testfeld-Implementierung kritisch betrachtet werden: Es besteht das Risiko, dass die kurzfristigen und oftmals kongruenten Projekte ihr Potenzial nicht zur Gänze ausschöpfen und die Projekte zumeist nicht mit der Überführung in den Praxisbetrieb enden. Insbesondere mit dem Auslaufen der Drittmittelförderung (siehe die Tooltips der **Karte 1**) werden Projekte unter Beteiligung öffentlicher Institutionen wie Verwaltungen und Universitäten häufig nicht fortgesetzt.

Entgegen zahlreicher Ankündigungen durch Politik und Industrie, mit dem automatisierten ÖPNV Mobilitätsprobleme des ländlichen Raums zu lösen, lassen sich die Testfelder vor allem in urbanen und suburbanen Räumen verorten – siehe etwa die Vielzahl von Projekten in Berlin oder im Rhein-Main-Gebiet. Eindeutig ländliche Einsatzorte sind rar, zu finden etwa in Bad Birnbach und Bad Staffelstein in Bayern oder in Wusterhausen (Dosse) in Brandenburg.

Karte 2 legt seinen Fokus auf einen besonderen Aspekt der Kooperationsstrukturen – die Zusammenarbeit mit Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Die starke Einbindung forschender Akteure verdeutlicht den Experimentier-Charakter des automatisierten Fahrbetriebs im ÖPNV. Die Verteilung weist auf regionale Cluster hin, da bestimmte Forschungseinrichtungen oft mit Projekten in ihrer unmittelbaren Umgebung verbunden sind. Insbesondere Baden-Württemberg, Bayern und Berlin scheinen aufgrund ihrer starken Forschungsinfrastruktur hier im Vorteil zu sein.

Die **Karte 2** verdeutlicht die herausragende Stellung einzelner wissenschaftlicher Institutionen innerhalb der Forschungslandschaft. Mit 13 Partnerprojekten ist das Institut für Verkehrssystemtechnik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) dominant vertreten. Ebenfalls relevant sind das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) mit acht Projektbeteiligungen, die Technische Universität Berlin und die Technische Universität München mit jeweils sieben Projektbeteiligungen. Das FZI Forschungszentrum Informatik in Karlsruhe ist mit sechs Verknüpfungen ebenfalls in zentraler Position zu finden. Die Darstellung zeigt eine deutliche Konzentration der wissenschaftlichen Beteiligung auf einige wenige führende Institutionen. Auch einige regionale Cluster sind erkennbar. Besonders hervorzuheben sind die Forschungsstandorte Berlin und Karlsruhe, an denen jeweils zwei der fünf größten Akteure aus Forschung und Wissenschaft angesiedelt sind.

Grafik 1 zeigt die zeitliche Staffelung von 85 Testfeldern in Deutschland im Zeitraum von 2016 bis 2024. Die Projekte sind nach Startdatum und Laufzeit als horizontale Balken dargestellt. Deutlich wird eine Konzentration von Projektstarts in den Jahren 2018 bis 2022: Den stärksten Zuwachs verzeichnet das Jahr 2020 mit 16 neuen Projektstarts, gefolgt von 2018 mit zwölf und 2017 mit elf Projekten. Nach 2022 nimmt die Anzahl der Projektinitiierungen leicht ab, wobei das Jahr 2023 noch mit neun neuen Projekten vertreten ist. Die ersten beiden verzeichneten Einsätze „Arma“ und „Pole Position“ starteten im Mai 2016. Demgegenüber konnte für 2024 nur ein einziger Projektbeginn festgehalten werden: der „Holon-Mover“ in Hamburg. Dabei ist dieser Einsatz auch an das Hamburger Schirmprojekt „ALIKE“ gekoppelt, das bereits 2023 startete. Dies spricht für einen rapiden Abfall der Projektstarts in den letzten Jahren, verglichen mit 2017-2022. Dabei kann jedoch eine Dunkelziffer nicht ausgeschlossen werden.

Glossar

Automatisierungsstufen

Die Entwicklung des autonomen Fahrens in Deutschland ist eng mit der Frage verbunden, wie unterschiedliche Automatisierungsgrade (SAE) reguliert und in bestehende Verkehrssysteme integriert werden können. Auf Level 0 verfügt das Fahrzeug über keinerlei Automatisierungsfunktionen; sämtliche Aufgaben liegen beim Menschen. Level 1 (Driver Only) erlaubt einzelne Assistenzfunktionen wie Lenk- oder Geschwindigkeitsunterstützung, wobei der Mensch die Hauptverantwortung trägt. Bei Level 2 (Assistiert) werden Quer- und Längsführung kombiniert automatisiert übernommen, allerdings muss die fahrende Person das System dauerhaft überwachen und jederzeit eingreifen können. Erst bei Level 3 (Teilautomatisiert) übernimmt das System in bestimmten Fahrsituationen die vollständige Kontrolle, während der Mensch lediglich auf Anforderung eingreifen muss. Level 4 (Hochautomatisiert) beschreibt hochautomatisiertes Fahren, bei dem das System innerhalb eines definierten Betriebsbereichs (z. B. auf bestimmten Strecken oder Zonen) sämtliche Fahraufgaben übernimmt – auch ohne dauerhafte Überwachung durch den Menschen. Vollständig autonom ist schließlich Level 5 (Vollautomatisiert), bei dem das Fahrzeug in sämtlichen Verkehrssituationen selbstständig operiert und keine fahrende Person mehr vorgesehen ist (BMV 2025).

Rechtlicher Rahmen

Die gesetzgeberischen Aktivitäten in Deutschland spiegeln die stufenweise technische Entwicklung wider. Bereits 2017 wurde mit der Novellierung des Straßenverkehrsgesetzes (StVG) der rechtliche Rahmen für hochautomatisierte Fahrfunktionen (SAE Level 3) geschaffen. Diese Gesetzesänderung markierte einen paradigmatischen Übergang von reiner Fahrerassistenz hin zur juristischen Anerkennung maschineller Entscheidungssysteme im Straßenverkehr und sollte auch von politischer Seite symbolische Wirkungskraft innehaben. Ein weiterer Meilenstein war das Inkrafttreten des „Gesetzes zum autonomen Fahren“ im Juli 2021, das die rechtliche Grundlage auf Fahrzeuge der Automatisierungsstufe 4 in festgelegten Bereichen erweiterte. Fortan konnten neben herkömmlichen automatisierten Fahrzeugen auch Fahrzeuge ohne Fahrerkabine in klar definierten Gebieten, wie Campus- oder Klinikarealen, eingesetzt werden (BMDV 2021). Das Gesetz regelt technische und haftungsrechtliche Voraussetzungen und sieht situationsbezogene Betriebsgenehmigungen auf Basis von Einzelzulassungen durch das Kraftfahrt-Bundesamt sowie die Festlegung des Betriebsraums durch die Landesbehörden vor. 2022 folgte die „Verordnung zur Genehmigung und zum Betrieb von Kraftfahrzeugen mit autonomer Fahrfunktion in festgelegten Betriebsbereichen“ (AFGBV), die unter anderem Anforderungen an die technische Aufsicht, die auch ohne Begleitung im Fahrzeug über eine Sicherheitskontrolle verfügen muss. Zudem enthält sie Präzisierungen zur Datenaufzeichnung, zur Systemverantwortlichkeit sowie zu Anforderungen an das Streckenumfeld (BMV 2025).

Auf europäischer Ebene arbeitet die EU-Kommission an der Schaffung eines harmonisierten Rechtsrahmens für automatisierte und autonome Fahrzeuge. Mit der Verordnung (EU) 2022/1426 wurden bereits einheitliche Verfahren und technische Spezifikationen für die Typgenehmigung automatisierter Fahrsysteme eingeführt. Ziel ist es, bis 2026 einen umfassenden Rechtsrahmen zu etablieren, der den Einsatz von Fahrzeugen mit autonomen Fahrfunktionen in der gesamten EU ermöglicht (CAD EU 2025). International koordiniert die Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) die Entwicklung globaler Vorschriften für automatisierte Fahrsysteme (vgl. UNECE 2025). Die ‚Working Party on 17 Automated/Autonomous and Connected Vehicles‘ (GRVA) arbeitet derzeit an einer weltweit harmonisierten Regelung für automatisierte Fahrsysteme,

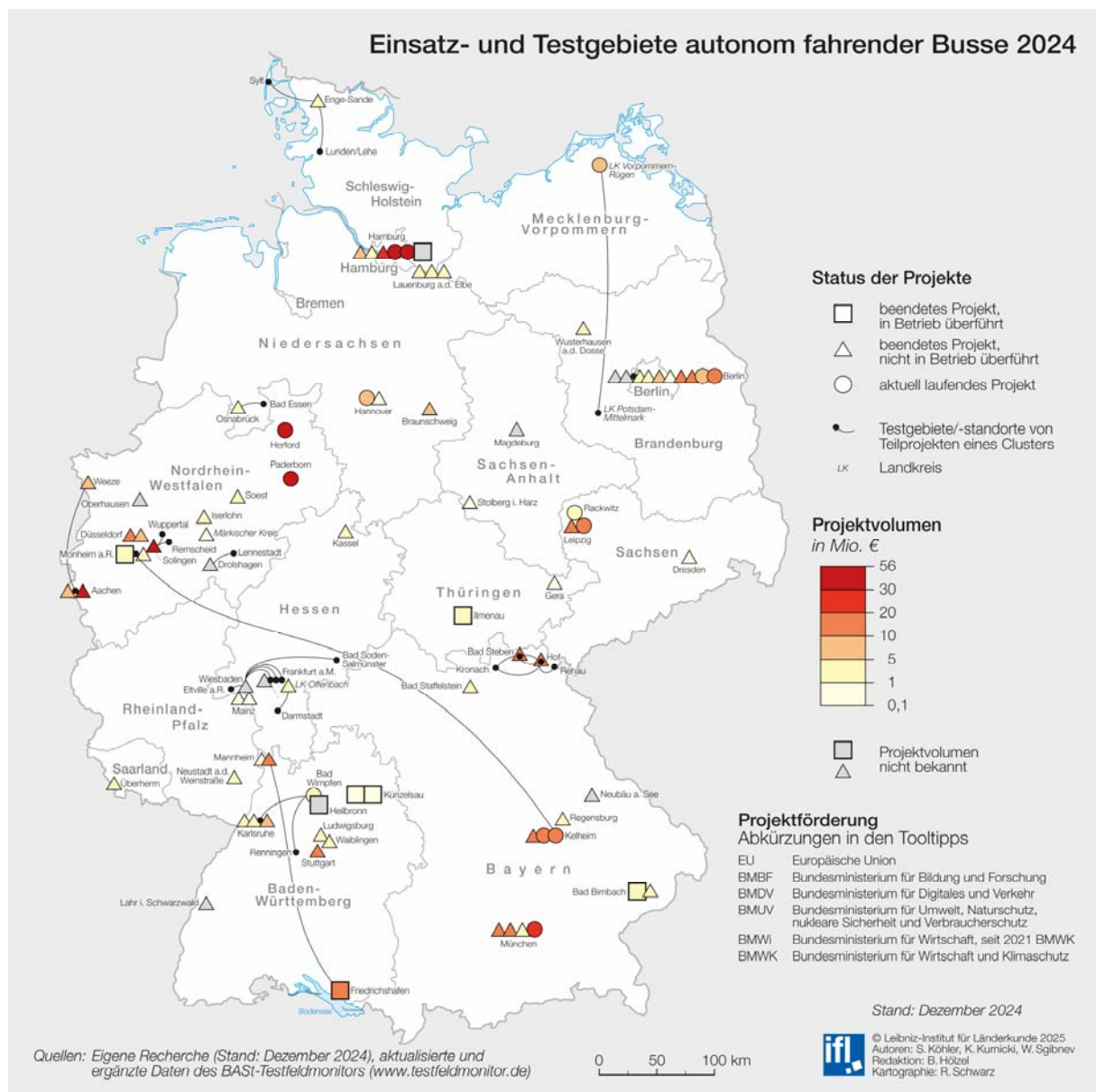
die bis Mitte 2026 vorliegen soll (Millard 2024). Für den Einsatz in Deutschland bedeutet dies, dass der Betrieb derzeit auf spezifische Anwendungsfälle und Betriebsbereiche beschränkt ist. Zusammengefasst: Die derzeitige Rechtslage in Deutschland und der EU ermöglicht den Einsatz von Bussen mit SAE Level 4 unter bestimmten Bedingungen. Ein flächendeckender Einsatz ohne Einschränkungen erfordert weitere Forschung und eine Weiterentwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen auf nationaler und internationaler Ebene.

Datenerhebung

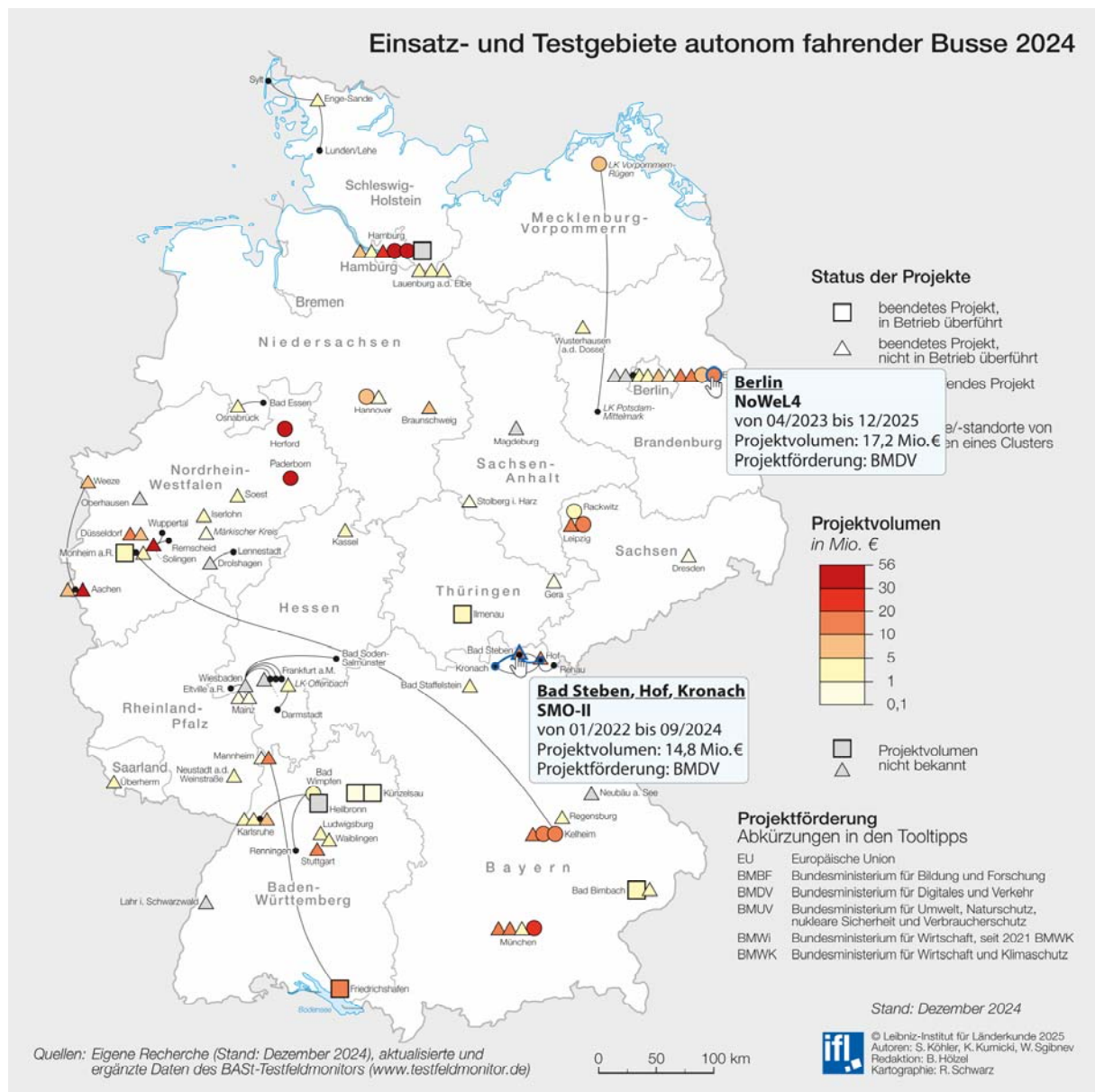
Für die Erstellung des Datensatzes wurden öffentlich zugängliche digitale Quellen in einem stark dynamischen Feld systematisch ausgewertet. Dazu zählen Projektwebseiten, Online-Fachartikel, Projektlisten von Fördermittelgebern, Bundestagsanfragen und Unternehmensberichte. Insbesondere wurden gezielt Projektsteckbriefe und -berichte der Forschungsberichte recherchiert; beim Fehlen solcher Dokumente erfolgte eine Zusammenstellung aus verschiedenen Einzelquellen. Als wichtige Grundlage des Datensatzes und Inspirationsquelle für das vorläufige Kategoriensystem diente die Innovationslandkarte des Verbands Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), sowie die Übersicht „Digitaler Testfelder und Erprobungsvorhaben“ der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt Testfeldmonitor). Beide wiesen allerdings Lücken und Ungenauigkeiten auf und wurden zudem seit 2021 nicht aktualisiert. Alle Angaben wurden daher kritisch geprüft, aktualisiert und erweitert. Zusätzlich wurden vereinzelt Projektauflistungen aus Fallstudien und Präsentationen von Start-ups, Institutionen oder Verkehrsverbünden herangezogen, welche jedoch meist nur einen kleinen Teil der gesamten Projektlandschaft darstellen.

Zur Sicherstellung einer gründlichen Erfassung kamen darüber hinaus verschiedene Recherche-Prompts zum Einsatz, da aufgrund der Neuartigkeit eine Vielzahl unterschiedlicher Bezeichnungen existiert: „Robo-Taxis“, „autonome Shuttles“, „fahrerlose Busse“ usw. Alle relevanten Projektdaten wurden anschließend in einer Datenbank strukturiert erfasst. Die primären Kategorien, welche die Grundlage der Visualisierung bilden, umfassen Projektstandorte (Stadt/Ort, Bundesland), beteiligte Konsortien und wissenschaftliche Partner, Projektlaufzeit (in Monaten), Budget (in Mio. Euro), Fördergeber sowie zentrale Projektbeschreibungen. Aufgrund der variierenden Detailtiefe der Quellen, beispielsweise bei Zeitangaben zur Projektlaufzeit, wurde stets die kleinstmögliche einheitliche Maßeinheit gewählt. Zusätzlich wurden weiterführende Quellenangaben und Links zur Internetpräsenz der Projekte aufgenommen. Während diese primären Kategorien direkt der Visualisierung dienen, bieten ergänzende Informationen die Möglichkeit, in interaktiven Funktionen wie Mouseover zusätzliche Hintergrundinformationen darzustellen. Trotz mehrerer Korrekturschleifen können fehlende und fehlerhafte Daten nicht ausgeschlossen werden. Wir freuen uns über weiterführende Hinweise.

Karte 1



Karte 1 (Screenshot der interaktiven Online-Karte)



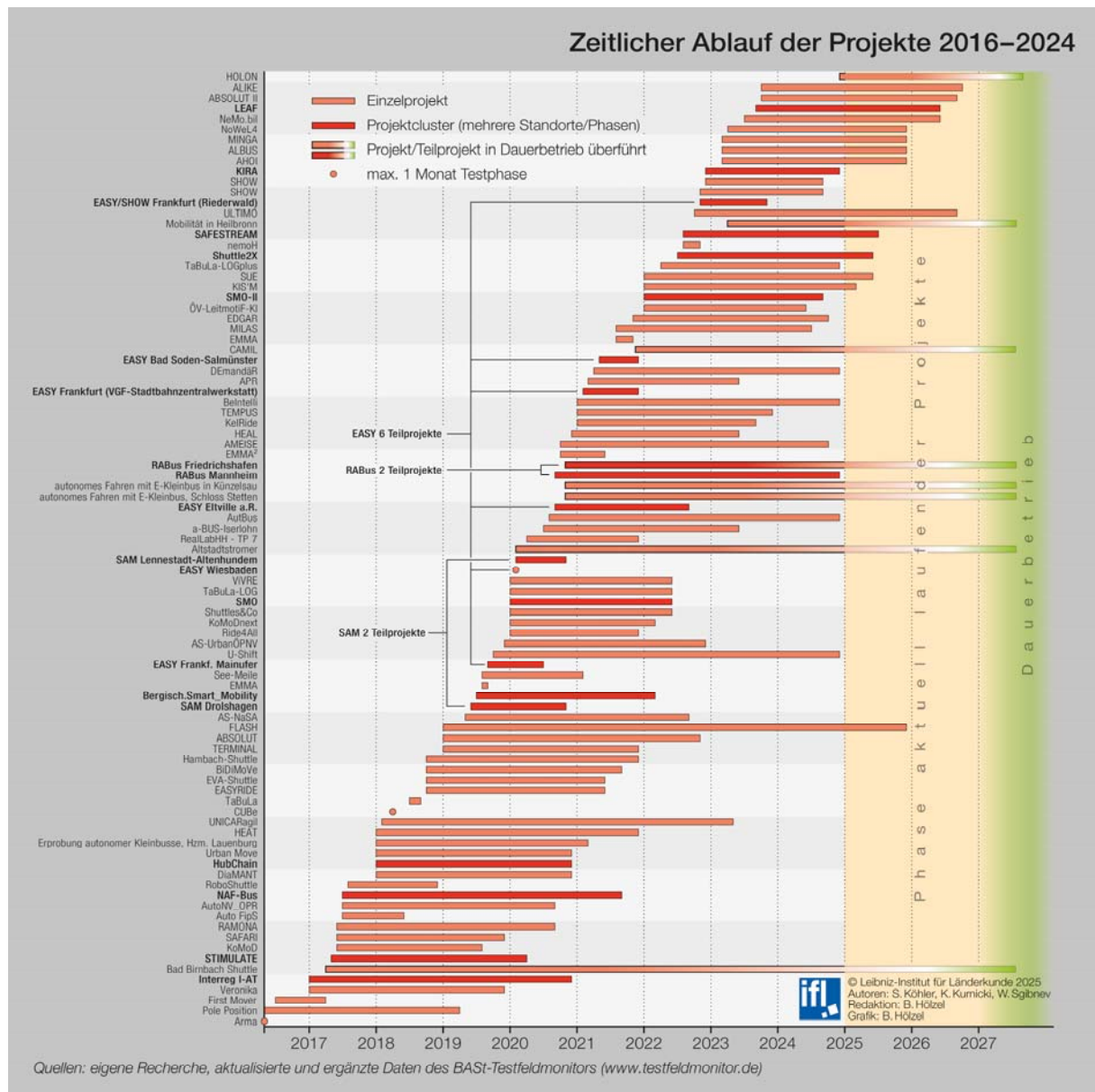
Karte 2



Karte 2 (Screenshot der interaktiven Online-Karte)



Grafik 1



Quellen

AFGBV (Verordnung zur Genehmigung und zum Betrieb von Kraftfahrzeugen mit autonomer Fahrfunktion in festgelegten Betriebsbereichen (Autonome-Fahrzeuge-Genehmigungs-und-Betriebs-Verordnung - AFGBV)). In: www.gesetze-im-internet.de. URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/afgbv/BJNR098610022.html>

Abrufdatum: 09.05.2025

BAST (Bundesanstalt für Straßenwesen) (Hrsg.) (2024): Digitale Testfelder und Erprobungsvorhaben: Aktivitäten im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens in Deutschland. URL: https://www.testfeldmonitor.de/Testfeldmonitoring/DE/Home/home_node.html

Abrufdatum: 01.12.2024

BMDV (Bundesministerium für Digitales und Verkehr) (Hrsg.) (2025): Automatisiertes und vernetztes Fahren. In: www.bmv.de. URL: <https://www.bmv.de/DE/Themen/Digitales/Digitalisierung-der-Mobilitaet/Autonomes-Fahren/autonomes-fahren.html>

Abrufdatum: 09.05.2025

BMDV (Bundesministerium für Digitales und Verkehr) (Hrsg.) (2021): Gesetz zum autonomen Fahren tritt in Kraft. In: www.bmv.de. URL: <https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/gesetz-zum-autonomen-fahren.html>

Abrufdatum: 02.06.2025

BMV (Bundesministerium für Verkehr) (Hrsg.) 2025: Automatisiertes und vernetztes Fahren. In: Homepage des Bundesministeriums für Verkehr.

<https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/automatisiertes-und-vernetztes-fahren.html>

Abrufdatum: 27.05.2025

Bundesrat (Hrsg.) (2022): Verordnung des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr: Verordnung zur Regelung des Betriebs von Kraftfahrzeugen mit automatisierter und autonomer Fahrfunktion und zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften. (= Bundesrat Drucksache 86/22 vom 24.02.2022). In: www.bundesrat.de. URL:

https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2022/0001-0100/86-22.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Abrufdatum: 09.05.2025

CAD EU 2025: EU-Level – Regulation and Policies. Connected Automated Driving Europe. In: Homepage Connected Automated Driving EU. URL:

<https://www.connectedautomateddriving.eu/regulation-and-policies/eu-level/>

Abrufdatum: 09.05.2025

Deutscher Bundestag (Hrsg.) (2017): Straßenverkehrsgesetz für automatisiertes Fahren geändert. In: www.bundestag.de. URL:

<https://www.bundestag.de/webarchiv/textarchiv/2017/kw13-de-automatisiertes-fahren-499928>

Abrufdatum: 09.05.2025

Kollosche, Ingo & Oliver Schwede. (2016): Mobilität im Wandel: Transformationen und Entwicklungen im Personenverkehr. Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.

Millard, Robin (2024): Autonomous car rules advancing faster than the vehicles themselves: UN. In: Tech Xplore. URL: <https://techxplore.com/news/2024-06-autonomous-car-advancing-faster-vehicles.html?>

Abrufdatum: 05.06.2025

UNECE (United Nations Economic Commission for Europe/Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen) (Hrsg.) (2025): Working Party on Automated/Autonomous and Connected Vehicles – Introduction. In: [unece.org](https://unece.org/transport/road-transport/working-party-automatedautonomous-and-connected-vehicles-introduction). URL: <https://unece.org/transport/road-transport/working-party-automatedautonomous-and-connected-vehicles-introduction>

Abrufdatum: 02.06.2025

VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen) (Hrsg.) (2024): Innovationslandkarte: Autonome Busse in Deutschland. URL: <https://www.vdv.de/innovationslandkarte.aspx>

Abrufdatum: 01.12.2024

Zitierweise

Köhler, Stella Marie; Kurnicki, Karol & Wladimir Sgibnev (2025): Automatisierter ÖPNV in Deutschland. In: Nationalatlas aktuell 19 (10.2025) 5 [10.10.2025]. Leipzig: Leibniz-Institut für Länderkunde (IfL). URL: https://aktuell.nationalatlas.de/autonomes_fahren-5_10-2025-0-html/



Nationalatlas aktuell wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

Autoren



Stella Marie Köhler.

Leibniz-Institut für Länderkunde (IfL)
Schongauerstraße 9
04328 Leipzig

Tel: 0341 600 55-260
E-Mail: m_koehler@leibniz-ifl.de



Dr. Karol Kurnicki

Leibniz-Institut für Länderkunde (IfL)
Schongauerstraße 9
04328 Leipzig

Tel: 0341 600 55-259
E-Mail: k_kurnicki@leibniz-ifl.de



Dr. Wladimir Sgibnev

Leibniz-Institut für Länderkunde (IfL)
Schongauerstraße 9
04328 Leipzig

Tel: 0341 600 55-116
E-Mail: w_sgibnev@leibniz-ifl.de