



Bild: KI-generiert

Erprobung als Innovationstreiber

Erfahrungen und Impulse hinsichtlich der
Erprobungsgenehmigung gemäß
§1i StVG i.V.m. §16 AFGVB

Exposee

Die Erprobung autonomer Fahrfunktionen im öffentlichen Straßenverkehr bildet die Brücke zwischen Entwicklung und Regelbetrieb. Sie ist Voraussetzung, um die automatisierte Mobilität sicher in den Straßenverkehr zu integrieren und Akzeptanz zu schaffen. Mit der Autonome-Fahrzeuge-Genehmigungs-und-Betriebs-Verordnung (AFGBV) hat Deutschland einen besonders weitreichenden und detaillierten Rechtsrahmen geschaffen, der die kontrollierte Erprobung im öffentlichen Straßenverkehr ermöglicht. Dieses Impulspapier fasst Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Arbeitskreis Straße von innocam.NRW zusammen und regt an, dass gerade bei der Umsetzung des Genehmigungsprozesses, der Implementierung des Erprobungsbetriebs sowie der technischen Validierung autonomer Fahrfunktionen der systematische Austausch von Erfahrungen darüber entscheiden kann, ob Projekte effizient und praxisnah umgesetzt werden können.

Zielgruppe

Dieses Papier richtet sich primär an Organisationen, die eine Erprobungsgenehmigung gemäß §1i StVG i.V.m. §16 AFGVB beantragen wollen. Dazu zählen insbesondere Fahrzeughersteller, Entwickler von autonomen Fahrfunktionen und deren Komponenten sowie Forschungseinrichtungen.

Lukas Zanger, Marcel Sonntag

lukas.zanger@innocam.nrw, marcel.sonntag@innocam.nrw



Inhaltsverzeichnis

Management Summary.....	2
Die Bedeutung der Erprobung bei der Entwicklung autonomer Fahrfunktionen	3
Rechtsrahmen für das autonome Fahren.....	3
Aktueller Stand in der Umsetzung der Erprobung gemäß AFGBV	4
Erkenntnisse und Impulse aus dem Arbeitskreis Straße	5
Erfahrungen mit dem Genehmigungsprozess.....	5
Erfahrungen hinsichtlich der Berücksichtigung der technischen Grenzen des Systems..	6
Erfahrungen zum Pre-Testing und zur Validierung der Fähigkeiten des ADS	8
Erprobungsbetrieb: Operative und organisatorische Anforderungen.....	9
Zusammenfassung: Chancen und Perspektiven der Erprobung.....	10
Abkürzungsverzeichnis	11
Anhang	12
Quellenverzeichnis.....	13





Management Summary

Der Arbeitskreis Straße ist Teil des Kompetenznetzwerks innocam.NRW, das die automatisierte und vernetzte Mobilität (AVM) in Nordrhein-Westfalen vorantreibt. Im Netzwerk sind die Verkehrsträger Straße, Schiene, Wasser und Luft repräsentiert.

Die Automatisierung und Vernetzung der Mobilität auf der Straße bietet große Potentiale, den Verkehr sicherer und effizienter zu gestalten. Eine flächendeckende und akzeptierte Einführung von Fahrzeugen mit autonomer Fahrfunktion erfordert jedoch höchste Sicherheitsstandards sowie transparente, für alle Beteiligten nachvollziehbare Verfahren. Das Testing solcher Fahrfunktionen stellt unter anderem aufgrund der Diversität urbaner Verkehrssituationen und der Interaktion mit einer Vielzahl anderer Verkehrsteilnehmenden eine zentrale Herausforderung dar. Um diese Komplexität nachhaltig sicher zu bewältigen, ist die kontrollierte Erprobung im realen Straßenverkehr ein wichtiges Element.

Die Erprobung autonomer Fahrfunktionen bildet die Brücke zwischen Entwicklung und Regelbetrieb. Mit der Novellierung des Straßenverkehrsgesetzes (StVG) und dem Inkrafttreten der Autonome-Fahrzeuge-Genehmigungs-und-Betriebsverordnung (AFGBV) wurde in Deutschland ein weitreichender und detaillierter Rechtsrahmen geschaffen, der die Anforderungen und Zuständigkeiten für die Erprobung und den Betrieb von Fahrzeugen mit autonomer Fahrfunktion festlegt.

Dieses Impulspapier fasst Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Arbeitskreis Straße von innocam.NRW im Hinblick auf die Erprobung zusammen und regt an, dass der systematische Austausch von Erfahrungen insbesondere in den folgenden Bereichen darüber entscheiden kann, ob Projekte effizient, skalierbar und praxisnah umgesetzt werden können:

- Umsetzung des Genehmigungsprozesses
- Berücksichtigung der technischen Grenzen der autonomen Fahrfunktion
- Technische Validierung der autonomen Fahrfunktion
- Operative und organisatorische Anforderungen im Rahmen des Erprobungsbetriebs

Insgesamt zeigen die im Impulspapier zusammengefassten Erfahrungen, dass die Erprobung gemäß §16 AFGBV ein wirksames Instrument ist, um technologische Innovation, Sicherheit und Akzeptanz autonomer Fahrfunktionen zusammenzuführen. Zentrale Handlungsimpulse liegen dabei in der stärkeren Systematisierung von Erfahrungen aus Genehmigungspraxis und Erprobungsbetrieb. Der Erfahrungsaustausch zwischen verschiedenen Stakeholdern sollte als projektübergreifender Lernprozess verstanden werden, der durch geeignete fachliche Netzwerke unterstützt werden kann. Auf dieser Grundlage kann die Erprobungspraxis zu einem Baustein für den künftigen Regelbetrieb autonomer Fahrfunktionen werden.





Die Bedeutung der Erprobung bei der Entwicklung autonomer Fahrfunktionen

Autonome Fahrfunktionen markieren einen zentralen Technologiesprung in der Mobilität. Mit zunehmendem Automatisierungsgrad, von Assistenzsystemen (Level 1 und 2) bis hin zu automatisierten (Level 3) und autonomen Systemen (Level 4 und 5), verschiebt sich die Verantwortung für die Fahraufgabe zunehmend vom Menschen auf das technische System [1]. Der Weg zu einem sicheren und akzeptierten Einsatz solcher Systeme führt dabei unverzichtbar über die Erprobung im realen Straßenverkehr.

Die Erprobung bildet die Brücke zwischen Entwicklung und Regelbetrieb. Sie ermöglicht die kontrollierte schrittweise Validierung komplexer technischer Systeme unter realen Bedingungen und schafft damit die Grundlage für die spätere Zulassung und den sicheren Regelbetrieb. Während Simulationsumgebungen und Testumgebungen im nichtöffentlichen Straßenraum wichtige Erkenntnisse für die Funktionsentwicklung liefern, ermöglicht erst die Erprobung im öffentlichen Straßenraum die Beobachtung der Interaktion mit realen Verkehrsteilnehmenden und damit eine umfassende Bewertung des Zusammenspiels von Fahrzeug, Infrastruktur und menschlichem Verhalten. Sowohl Tests in der Simulation als auch solche auf öffentlichen Straßen sind zentrale Säulen der Leitlinie „New Assessment/Test Method for Automated Driving“ (NATM) der UNECE [2]. Im Hinblick auf die Erprobung und den Regelbetrieb im öffentlichen Straßenverkehr hat Deutschland mit dem Gesetz zum autonomen Fahren (GAF, 2021) und der AFGBV (2022) einen verbindlichen Rechtsrahmen geschaffen, der die Anforderungen und Zuständigkeiten für diesen Prozess festlegt.

Das Impulspapier zielt basierend auf Diskussionen und Erfahrungen aus dem Arbeitskreis Straße von innocam.NRW darauf ab, zentrale Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen zur praktischen Umsetzung der Erprobung gemäß §16 AFGBV zusammenzuführen. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie der Erprobungsbetrieb als Schnittstelle zwischen Entwicklung, Genehmigung und Regelbetrieb gestaltet werden kann, um technologische Innovation, Sicherheit und gesellschaftliche Akzeptanz gleichermaßen zu fördern. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass insbesondere zu Fragen der Prozessgestaltung, des Pre-Testings (vor dem eigentlichen Erprobungsbetrieb) und der Definition von Betriebsbereichen noch Informationsbedarf besteht und der Erfolg von Erprobungsvorhaben maßgeblich von einer koordinierten Einbindung relevanter Akteure abhängt.

Mit dem Impulspapier werden gesammelte Erfahrungen systematisch erfasst und es wird angeregt, dass Akteure bei der Planung und Umsetzung von Erprobungsvorhaben auf bestehenden Erfahrungen aufbauen, um ihre Projekte effizient und praxisnah zu gestalten.

Rechtsrahmen für das autonome Fahren

In der von innocam.NRW im Dezember 2022 veröffentlichten Studie „*Rechtliche Fragestellungen des automatisierten Fahrens*“ [3] wurden die geschaffenen gesetzlichen Grundlagen für Fahrzeuge mit autonomer Fahrfunktionen umfassend analysiert. Mit der AFGBV sowie der Durchführungsverordnung (EU) 2022/1426 ist ein nationaler und europäischer Rechtsrahmen für Fahrzeuge mit automatisierter und autonomer Fahrfunktion entstanden.





Mit der Durchführungsverordnung (EU) 2022/1426 hat die Europäische Union erstmals einen einheitlichen technischen Rahmen für die Typp Genehmigung autonomer Fahrzeuge der Klassen M und N geschaffen. Die Durchführungsverordnung legt detaillierte Verfahren und technische Spezifikationen für das autonome Fahrsystem (Automated Driving System, ADS) fest und definiert Anforderungen an funktionale und operative Sicherheit, Cybersicherheit, Software-Updates und Ereignisdatenspeicherung. [4]

Der EU-Rahmen zielt auf die Seriengenehmigung von Fahrzeugen ab, die innerhalb bestimmter Einsatzszenarien automatisiert betrieben werden können. Er schreibt vor, dass ein ADS alle operativen und taktischen Funktionen der Dynamic Driving Task (DDT) sicher durchführen können muss – vom Lenken und Bremsen bis zur Erkennung und Reaktion auf Ereignisse innerhalb einer definierten Operational Design Domain (ODD). Wesentlich ist, dass die EU-Regulierung ausschließlich den Betrieb serienreifer Systeme adressiert. Sie schafft keinen eigenständigen Rechtsrahmen für die Erprobung von Fahrzeugen, die sich noch in der Entwicklung befinden. Damit entsteht auf europäischer Ebene eine Lücke, die durch nationale Regelungen geschlossen werden muss.

Mit dem GAF von 2021 und der darauf basierenden AFGBV von 2022 verfügt Deutschland über einen nationalen Rechtsrahmen für den Betrieb und die Erprobung automatisierter und autonomer Fahrfunktionen.

Mit §16 sieht die AFGBV [5] eine eigene Regelung für die Erprobungsgenehmigung vor, also für Fahrzeuge und Fahrfunktionen, die sich noch nicht im Regelbetrieb befinden. Diese Erprobungsgenehmigung nach §1i StVG i. V. m. §16 AFGBV bildet den rechtlichen Rahmen für den kontrollierten Testbetrieb im öffentlichen Straßenraum. §1i StVG regelt die Erprobung automatisierter und autonomer Fahrfunktionen. Die begriffliche Unterscheidung (automatisiert/autonom) ist in §1 StVG verankert. Für die Beantragung einer Erprobungsgenehmigung ist daher festzulegen, welchem Automatisierungsgrad die zu erprobende Funktion zuzuordnen ist. Die in diesem Papier dargestellten Impulse und Erkenntnisse beziehen sich insbesondere auf autonome Fahrfunktionen.

Ein wesentliches Element der AFGBV ist der festgelegte Betriebsbereich, in dem ein Fahrzeug mit automatisierter bzw. autonomer Fahrfunktion betrieben werden darf. Nach §§7–9 AFGBV erfolgt der Betrieb ausschließlich innerhalb eines solchen räumlich und funktional (z. B. hinsichtlich Einsatzart und Betriebsbedingungen) definierten Bereichs.

Die AFGBV ergänzt somit den europäischen Rechtsrahmen auf nationaler Ebene durch spezifische Regelungen zur Erprobung und zum Betrieb automatisierter und autonomer Fahrzeuge in festgelegten Betriebsbereichen. Beide Regelungsebenen wirken somit komplementär.

Aktueller Stand in der Umsetzung der Erprobung gemäß AFGBV

Mit Inkrafttreten der AFGBV im Jahr 2022 hat sich der Prozess zur Erprobung automatisierter und autonomer Fahrfunktionen in Deutschland etabliert. Zentraler Akteur ist das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), das gemäß §16 AFGBV als Genehmigungsbehörde für Erprobungsvorhaben fungiert. Grundlage jedes Antrags ist ein vom Halter vorzulegendes Entwicklungskonzept, in dem Systemänderungen, Sicherheitsmaßnahmen, Betriebsgrenzen und Überwachungskonzepte beschrieben werden. Das KBA hat hierfür Vorlagen und Hilfsmaterialien bereitgestellt, darunter





den Beschreibungsbogen, das Muster-Entwicklungskonzept sowie ein Q&A-Dokument [6].

Das KBA ist zentraler und einziger Ansprechpartner für den Antragstellenden. Wird vom Antragstellenden ein örtlich eingeschränkter Erprobungsbereich beantragt, werden die für den Bereich örtlich zuständigen Landesbehörden durch das KBA beteiligt. Im Falle eines Erprobungsbereiches, der Bundesautobahnen oder Bundesstraßen in Bundesverwaltung umfasst, wird die Autobahn GmbH angehört. Wird eine bundesweite Erprobung ohne örtliche Einschränkungen beantragt, entfällt die Anhörung des Landes und der Autobahn GmbH [15]. In der Praxis zeigt sich, dass Antragstellende vermehrt eine bundesweite Erprobungsgenehmigung ohne örtliche Einschränkung beantragen.

Die Zahl der erteilten Erprobungsgenehmigungen wächst stetig. Laut der vom KBA veröffentlichten Liste der Genehmigungen [7] (Stand Oktober 2025) wurden bislang 170 Erprobungsgenehmigungen nach §1i StVG i.V.m. §16 AFGBV erteilt. Der Großteil der Erprobungsgenehmigungen betrifft derzeit automatisierte Fahrfunktionen (u.a. Audi, BMW, Bosch, Mercedes-Benz, Hyundai, ZF), während erste Genehmigungen für autonome Fahrfunktionen (u.a. DB Regio Bus, MAN, Motor AI, Mobileye, Schwarz Mobility Solutions, Volkswagen, ZF) vorliegen.

Die steigende Zahl der erteilten Erprobungsgenehmigungen belegt, dass das KBA einen stabilen und routinierten Genehmigungsprozess etabliert hat. Die kontinuierlich eingereichten Anträge und Nachträge zeigen, dass laufende Entwicklungsprojekte regelmäßig fortgeschrieben und angepasst werden. Dies ist ein deutliches Indiz für die aktive Weiterentwicklung der Systeme und Erprobungskonzepte. Während Automobilhersteller und Zulieferer weiterhin die Genehmigungen für automatisierte Funktionen dominieren, treten bei den Genehmigungen für autonome Funktionen zunehmend neue Akteure aus den Bereichen Softwareentwicklung, Technologie und Mobilitätsdienstleistung hervor. Daraus lässt sich ableiten, dass sich der Betrieb bzw. die Erprobung autonomer Fahrzeuge nicht isoliert realisieren lässt, sondern das Zusammenspiel von Fahrzeugindustrie und (Software-)Entwicklern autonomer Fahrsysteme erfordert. Anhand der wachsenden Zahl erteilter Erprobungsgenehmigungen ist zu beobachten, dass Erprobungen automatisierter und autonomer Fahrfunktionen zunehmend Gegenstand der nationalen Erprobungspraxis sind.

Erkenntnisse und Impulse aus dem Arbeitskreis Straße

Erfahrungen mit dem Genehmigungsprozess

Ein zentraler Bestandteil des Genehmigungsprozesses zur Erprobung automatisierter und autonomer Fahrfunktionen (siehe Abbildung 1 im Anhang) ist das Entwicklungskonzept [8]. Das KBA stellt hierfür ein ausführliches Muster bereit, das Antragstellenden als Orientierung dient. Dieses Dokument steht im Mittelpunkt des Antrags und strukturiert unter anderem die folgenden Inhalte: Die Beschreibung der automatisierten bzw. autonomen Fahrfunktion einschließlich der ODD, die Darstellung des Entwicklungsprozesses („Entwicklungs-Roadmap“) mit Erprobungsplan sowie eine Übersicht der an der Entwicklung beteiligten Personen und Rollen, darunter Sicherheitsfahrer und technische Aufsicht. Diese Unterlagen werden durch ein umfangreiches Q&A ergänzt, das häufige Rückfragen praxisnah beantwortet und damit Hilfestellung bei der Antragsvorbereitung bietet [6]. Die Vorlagen und begleitenden Informationen des KBA bilden somit einen transparenten





Rahmen, der den Einstieg in das Genehmigungsverfahren erleichtert. Sie tragen dazu bei, den Dialog zwischen Antragstellenden und Behörde konstruktiv zu gestalten. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass der Genehmigungsprozess iterativ verläuft: Die für den Genehmigungsantrag erforderlichen Unterlagen werden schrittweise in enger Abstimmung mit dem KBA weiterentwickelt und verfeinert. Dieses Vorgehen ermöglicht zwar eine kontinuierliche Qualitätssteigerung, kann jedoch zeit- und ressourcenintensiv sein. Ein Referenzprozess, etwa in Form einer beispielhaften, schrittweisen Beschreibung eines typischen Genehmigungsverfahrens inklusive erwarteter Unterlagen und Prüfschritte, liegt bislang nicht vor, was die Vorbereitung für neue Antragstellende erschwert, insbesondere im Hinblick auf den erwarteten Umfang und Detaillierungsgrad der Unterlagen. Ebenso ist der Kosten- und Zeitaufwand im Vorfeld schwer abzuschätzen, da das KBA den Nachweis der Systemsicherheit so lange begleitet, bis die Sicherheit des Gesamtsystems nachvollziehbar nachgewiesen ist. Für Projektteams, etwa bei Verkehrsunternehmen oder sonstigen Betreibern, die als Halter der Fahrzeuge die Erprobung beantragen, ohne unmittelbar in die Fahrzeugentwicklung eingebunden zu sein, stellt die Bereitstellung der geforderten technischen Informationen eine besondere Herausforderung dar und es besteht eine Abhängigkeit von der Informationsbereitstellung durch die Fahrzeughersteller. Positiv hervorgehoben wird, dass bei der Ausgestaltung der durchzuführenden Prozesse ein angemessen großer Gestaltungsspielraum gewährt wird.

Handlungsimpuls: Aufbauend auf den bestehenden Informationsangeboten des KBA kann ein projektübergreifender Austausch zwischen Antragstellenden dazu beitragen, trotz individueller Ausgestaltung der Verfahren gemeinsame, wiederkehrende Elemente des Genehmigungsprozesses transparenter zu machen. Expertenempfehlungen wie der Leitfaden VDI/TÜV-Verband-EE 5902 [16] sind bereits eine hilfreiche Orientierungshilfe. Darüber hinaus könnten anonymisierte Erfahrungs- und Dokumentationsbeispiele neuen Antragstellenden dabei helfen, Umfang, Ablauf und Einordnung der erforderlichen Nachweise noch besser abzuschätzen. Verbände und Netzwerke mit fachlichem Bezug zur automatisierten Mobilität könnten hierbei eine vermittelnde Rolle übernehmen, indem sie den Austausch strukturieren und anregen.

Erfahrungen hinsichtlich der Berücksichtigung der technischen Grenzen des Systems

Eine zentrale Herausforderung vor den ersten Erprobungen im öffentlichen Straßenverkehr besteht darin, zu bestimmen, welche Fähigkeiten das ADS für einen sicheren Betrieb beherrschen muss. Orientierung bietet hierbei die Durchführungsverordnung (EU) 2022/1426, Artikel 2 Nummer 4 [4], in der die operativen und taktischen Funktionen der DDT des ADS definiert sind.

Die technische Leistungsfähigkeit des ADS bildet die Grundlage für eine sichere und effiziente Erprobung im öffentlichen Straßenverkehr. In der Praxis zeigt sich, dass die sorgfältige Berücksichtigung der Systemgrenzen, insbesondere der ODD, maßgeblich für die Genehmigungsfähigkeit und den reibungslosen Betrieb ist. Die Grenzen der ODD werden anhand verschiedener Kategorien bestimmt, die gemäß ISO 34503:2023 definiert sind. Dazu zählen: Fahrspureigenschaften, Straßentyp, Fahrbahngeometrie, Fahrbahnzustand, Umweltbedingungen wie Wetter und Licht, sowie dynamische Elemente wie andere Verkehrsteilnehmende, bewegliche





Hindernisse und veränderliche Verkehrssituationen [10, 11]. Das Bewusstsein für die technischen Grenzen des ADS ist eine zentrale Voraussetzung für die sichere und realistische Planung von Erprobungsvorhaben inklusive Betriebsbereichs. Nur wenn die Leistungsfähigkeit des Systems, etwa hinsichtlich Wahrnehmung, Reaktionszeit und Entscheidungslogik, richtig eingeschätzt wird, können geeignete Betriebsbereiche und Szenarien für den Betrieb definiert werden. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die präzise Abgrenzung des Betriebsbereichs die Notwendigkeit von Sondermaßnahmen reduziert und die Nachvollziehbarkeit im Genehmigungsverfahren unterstützt.

Praxisberichte offenbaren, dass eine wesentliche Herausforderung für autonome Fahrfunktionen in der Erkennung und Interpretation menschlicher Verhaltensmuster liegt. So haben erfahrungsgemäß manche ADS Schwierigkeiten damit, Fahrtrichtungsanzeigen anderer Fahrzeuge oder Handzeichen von Radfahrenden eindeutig zu deuten, was insbesondere an Kreisverkehren oder in der Nähe von Radwegen zu Unsicherheiten führt. Auch implizites, nicht klar regelbasiertes Verhalten, etwa zögerliches Fahren oder nonverbale Kommunikation zwischen Verkehrsteilnehmenden, stellt Systeme vor Schwierigkeiten. Entscheidend ist daher, dass das ADS Situationen erkennt, in denen seine Leistungsgrenzen erreicht werden, und dies dem Betreiber beziehungsweise dem Sicherheitsfahrer eindeutig signalisiert. Nur so kann ein Sicherheitsfahrer rechtzeitig eingreifen und der sichere Betrieb im Erprobungsumfeld gewährleistet werden. Entsprechend der Grenzen des ADS sollte der Betriebsbereich geschickt gewählt werden.

Im Sicherheitskonzept zur Erprobungsgenehmigung nimmt der Sicherheitsfahrer eine zentrale Rolle ein. Erfahrungsberichte aus dem Arbeitskreis Straße von innocam.NRW zeigen, dass für Erprobungsfahrten mit höheren Geschwindigkeiten (etwa 30 km/h) ein fest installierter Fahrerarbeitsplatz mit entsprechenden Rückhaltesystemen erforderlich ist. Nur so kann der Sicherheitsfahrer die Fahrzeugsteuerung jederzeit kontrolliert übernehmen – ein Stehen im Fahrzeug mit Fernsteuerung ist bei diesen Geschwindigkeiten nicht mehr ausreichend. Mit zunehmender Reife des Systems kann dieser fahrzeuggebundene Arbeitsplatz schrittweise reduziert und durch eine außerhalb des Fahrzeugs befindliche Aufsicht ersetzt werden. Befindet sich die technische Aufsicht (im Sinne von §1i (1) Nr. 4b StVG) außerhalb des Fahrzeugs muss stets Sichtkontakt zum Erprobungsfahrzeug eingehalten werden und die Aufsicht darf sich nicht weiter als unbedingt notwendig vom Fahrzeug entfernen [6].

Die Hauptaufgabe des Sicherheitsfahrers liegt darin, Gefahrensituationen frühzeitig zu erkennen und gegebenenfalls einzugreifen. Dabei besteht die Herausforderung, ein Gleichgewicht zwischen Aufmerksamkeit und Entlastung zu wahren: Einerseits kann eine kognitive Überforderung entstehen, wenn zu viele Überwachungsaufgaben gleichzeitig anfallen, andererseits droht bei längeren Phasen fehlerfreier Systemleistung ein Verlust der Wachsamkeit oder eine Überschätzung der Fähigkeiten des ADS. Diese Aspekte sollten bei der Schulung und der Gestaltung der Sicherheitskonzepte konsequent berücksichtigt werden.

Handlungsimpuls: Der Arbeitskreis Straße empfiehlt, dass für eine sichere und nachvollziehbare Erprobung autonomer Fahrfunktionen ein Austausch zwischen verschiedenen Stakeholdern darüber stattfindet, welche Anforderungen und Empfehlungen hinsichtlich der Fähigkeiten eines ADS sich in der Erprobungspraxis als sinnvoll erwiesen haben. Trotz individueller Projektziele und Operational Design





Domains (ODD) ist ein Austausch zu gemeinsamen Erkenntnissen und übertragbaren Anforderungen sinnvoll. Diese Einordnung soll auf den in der Durchführungsverordnung (EU) 2022/1426 definierten DDT-Funktionen basieren und durch Erkenntnisse aus realen Erprobungsprojekten ergänzt werden. Ein solcher Austausch sollte als projektübergreifender Lernprozess verstanden werden und kann durch geeignete fachliche Netzwerke unterstützt werden. Ziel ist dabei der praxisbasierte Abgleich bewährter Vorgehensweisen. Darüber hinaus spricht sich der Arbeitskreis dafür aus, Qualifikation, Arbeitsbelastung und Arbeitsplatzgestaltung des Sicherheitsfahrers systematisch einzubeziehen, um während der Erprobung eine sichere Interaktion zwischen Mensch und ADS sicherzustellen.

Erfahrungen zum Pre-Testing und zur Validierung der Fähigkeiten des ADS

Um im Voraus der Erprobung im öffentlichen Straßenverkehr entscheiden zu können, ob und wann Tests eines ADS im öffentlichen Verkehr verantwortbar sind, muss zunächst der Reifegrad des Systems ermittelt werden. Dafür bietet sich das Pre-Testing als Vorstufe vor dem eigentlichen Erprobungsbetrieb an. Ziel ist es, den Entwicklungs- und Sicherheitsstand des ADS in einem kontrollierten Umfeld nachzuweisen, Simulationsergebnisse zu validieren und so die Grundlage für eine Erprobungsgenehmigung nach §16 AFGBV zu schaffen.

Eine zentrale Herausforderung des Pre-Testings liegt derzeit darin, dass für die vorgelagerte Bewertung des Systemreifegrads keine standardisierten Bewertungsverfahren für den Reifegrad eines ADS für die Genehmigung des Erprobungsbetriebs vorgeschrieben sind. In der Gesetzgebung ist nicht definiert, welche Leistungsfähigkeit ein System vorweisen muss, bevor es auf öffentlichen Straßen erprobt werden darf. Dadurch lässt sich der erforderliche Reifegrad nur schwer objektiv bestimmen.

Die Abschätzung des Reifegrads ist insofern hilfreich, als dass sie Aufschluss darüber gibt, ob ein ADS hinreichend befähigt ist, die im vorgesehenen Erprobungsgebiet erwartbaren Verkehrssituationen sicher zu bewältigen und bei darüberhinausgehenden Ereignissen angemessen zu reagieren. Erfahrungsberichte aus dem Arbeitskreis Straße von innocam.NRW verdeutlichen, dass diese Fähigkeit eine wesentliche Voraussetzung für einen sicheren und effizienten Erprobungsbetrieb darstellt. Zwar kann die Überwachung durch einen Sicherheitsfahrer als Fallback-Ebene potenzielle Risiken abfangen, doch bei einem niedrigen Reifegrad des Systems steigt die Eingriffshäufigkeit deutlich an. Dies führt nicht nur zu einer höheren Belastung des Sicherheitsfahrers, sondern mindert auch den Erkenntnisgewinn der Erprobung. Eine realistische und methodisch gestützte Einschätzung des Reifegrads ist daher entscheidend, um gezielte Verbesserungen des ADS vor der eigentlichen Erprobung auf öffentlichen Straßen zu ermöglichen und sicherzustellen, dass die Leistungsanforderungen bereits im Vorfeld erfüllt werden. Die Leitlinie „New Assessment/Test Method for Automated Driving“ (NATM) der UNECE [2] sieht vor, dass die Sicherheit eines ADS anhand eines Szenarienkatalogs zu validieren ist. Zur Validierung sind laut NATM sowohl Tests in der Simulation als auch reale Tests auf Teststrecken und auf öffentlicher Straße heranzuziehen. Demnach empfiehlt der Arbeitskreis Straße, dass ein Baustein des Pre-Testings darin bestehen sollte, das ADS zunächst in einer virtuellen Umgebung zu testen. Hierbei können synthetisch (simulativ) erzeugte oder aus realen Daten rekonstruierte



Verkehrsszenarien genutzt werden, um das Verhalten des Systems unter reproduzierbaren Bedingungen zu analysieren. In sogenannten Software-in-the-Loop-Verfahren wird die Software des ADS mit realen Daten gespeist, sodass sich die Leistungsfähigkeit und Robustheit des ADS in einem kontrollierten Umfeld beurteilen lässt.

Eine weitere Methodik der NATM sind reale Tests auf geschlossenen Prüfgeländen. Sie ermöglichen die Überprüfung der Interaktion des ADS mit realen Verkehrsteilnehmenden und Umweltbedingungen in kontrollierter Umgebung sowie die Validierung der erzielten Simulationsergebnisse. Testeinrichtungen wie das Aldenhoven Testing Center [12], welche urbane Umgebungen nachbilden, bieten eine geeignete Infrastruktur zur Darstellung von realen Verkehrsszenarien. Standards wie die NATM [2] und die ISO 34502:2022 [14] mit Perspektiven auf das Szenarienbasierte Testen stellen eine hilfreiche Grundlage und Orientierungshilfe für die Umsetzung strukturierter Testansätze dar. Im Rahmen solcher Testansätze können quantitative Pass-/Fail-Kriterien definiert werden, um eine automatisierte und nachvollziehbare Bewertung der Leistungsfähigkeit des ADS zu ermöglichen. Mit Hilfe eines Szenarienkatalogs kann mit den beschriebenen Verfahren ein skalierbarer Prozess entstehen, der den Reifegrad des ADS transparent und messbar macht.

Handlungsimpuls: Die Bewertung des Reifegrads von ADS ist bislang nicht standardisiert. Um Vergleichbarkeit und Transparenz zu schaffen, ist ein branchenübergreifendes Pre-Testing-Framework empfehlenswert, das auf kontext- und ODD-spezifischen, aber in ihrer Struktur standardisierten Szenarienkatalogen (siehe [2]) sowie definierten Leistungskennzahlen basiert. Gemeinsam genutzte (digitale) Testinfrastrukturen können eine einheitliche und überprüfbare Bewertung des ADS-Reifegrads ermöglichen. Durch eine enge Abstimmung zwischen Industrie, Forschung und Genehmigungsbehörden ließe sich so ein Orientierungsmaßstab erarbeiten, ab wann ein System als ausreichend sicher für die Erprobung im öffentlichen Straßenraum gilt.

Erprobungsbetrieb: Operative und organisatorische Anforderungen

Der Erprobungsbetrieb bildet die Übergangsphase zwischen technischer Entwicklung und perspektivischem Regelbetrieb. In dieser Phase werden nicht nur Fahrfunktionen validiert, sondern auch betriebliche Abläufe, Verantwortlichkeiten und Interaktionen mit der Umwelt erprobt. Im Kontext des automatisierten ÖPNV kommt dem Erprobungsbetrieb dabei eine besondere Bedeutung zu, da hier technologische Innovation unmittelbar im öffentlichen Raum erlebbar wird. Der Erprobungsbetrieb bietet die Möglichkeit, den Einsatz autonomer Shuttles und Busse unter weitestgehend realen Bedingungen zu validieren, gleichzeitig Akzeptanz zu fördern und betriebliche Abläufe zu testen.

Aus dem rechtlichen Rahmen der Erprobungsgenehmigung nach §16 AFGBV ergibt sich, dass der Erprobungsbetrieb primär der technischen Entwicklung automatisierter oder autonomer Fahrfunktionen dient. Eine Personenbeförderung ist dabei nicht Zweck der Erprobung, kann jedoch vorgesehen werden, sofern sie für die technische Entwicklung erforderlich ist und im Entwicklungskonzept entsprechend begründet sowie im Sicherheitskonzept berücksichtigt wird. In der praktischen Umsetzung erfolgt die Einbindung externer Fahrgäste häufig im Rahmen eines Probandenbetriebs, der organisatorisch und rechtlich abgesichert wird,





beispielsweise durch Anmeldeverfahren und projektbezogene Beförderungsbedingungen [6]. Im Arbeitskreis Straße wurde hervorgehoben, dass, um belastbare Erkenntnisse für einen späteren Regelbetrieb zu gewinnen, der Probandenkreis möglichst divers ausgestaltet sein und unterschiedliche Nutzergruppen einschließen sollte, etwa Personen mit körperlichen Einschränkungen.

Vor diesem Hintergrund zeigen Erfahrungen aus bisherigen Erprobungsvorhaben im ÖPNV, dass der Erprobungsbetrieb nicht auf fahrzeugbezogene Fragestellungen beschränkt bleibt. Die praktischen Anforderungen verlagern sich vielmehr auch auf den Betriebsbereich und erfordern dort entsprechende Vorbereitungsmaßnahmen. In Erfahrungsberichten aus dem Arbeitskreis Straße wird beschrieben, dass für einen störungsarmen Betrieb des automatisierten ÖPNV der Betriebsbereich präpariert werden musste, etwa durch temporäre (für den Zeitraum des Erprobungsbetriebes) Geschwindigkeitsreduzierungen, Parkverbote an Engstellen und Vegetationspflege zur Gewährleistung der Sensorik-Sichtfelder.

Der Erprobungsbetrieb kann nicht nur für die technische Validierung, sondern auch die Erprobung organisatorischer Abläufe genutzt werden. Dazu zählt insbesondere das Zusammenspiel zwischen Betreiber, technischer Aufsicht und Einsatzkräften sowie die Erprobung von Kommunikationsprozessen der technischen Aufsicht mit Behörden im Ereignisfall (z.B. Störung oder Unfall). Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse können eine wichtige Grundlage für die Entwicklung standardisierter Kommunikationsketten und abgestimmter Notfallprozesse bilden, die perspektivisch, insbesondere im Regelbetrieb, Reaktionsfähigkeit gewährleisten und Vertrauen in die organisatorischen Abläufe fördern.

Die im Erprobungsbetrieb gewonnenen Erfahrungen zu organisatorischen Abläufen machen zugleich deutlich, dass neben technischen Fragestellungen auch Fragen der betrieblichen Verantwortung eine zentrale Rolle spielen. Vor diesem Hintergrund weist der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) darauf hin, dass zwar die AFGBV den technischen und fahrzeugbezogenen Teil klar festlegt, jedoch weiterhin Klärungsbedarf in Fragen der betrieblichen Verantwortung und Haftung, „z.B. in der sog. Eignungslleihe bei Kooperationsvorhaben“ im ÖPNV, besteht [13].

Handlungsimpuls: Der Arbeitskreis Straße empfiehlt, bei Erprobungsvorhaben neben den technischen Aspekten auch systematisch betriebliche Abläufe, organisatorische Verantwortlichkeiten und Kommunikationsprozesse zu erproben. Neben technischen und organisatorischen Fragen erfüllt der Erprobungsbetrieb, z.B. im ÖPNV, auch eine kommunikative Funktion, da er für die Öffentlichkeit sichtbar stattfindet. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die frühzeitige Einbindung kommunaler Akteure und der lokalen Bevölkerung, etwa über Informationsveranstaltungen, entscheidend zur Akzeptanz beiträgt.

Zusammenfassung: Chancen und Perspektiven der Erprobung

Die Erprobung gemäß §16 AFGBV stellt eine zentrale Schnittstelle zwischen Entwicklung und Regelbetrieb autonomer Fahrfunktionen dar. Sie ermöglicht, Systeme unter realen Bedingungen zu validieren und Erkenntnisse über deren technisches Verhalten, Sicherheit und Betriebserfordernisse zu gewinnen. Dadurch leistet sie einen wesentlichen Beitrag zur Weiterentwicklung des automatisierten bzw. autonomen Fahrens und zur Vorbereitung eines sicheren und rechtskonformen Regelbetriebs. Die Erprobung kann auf Basis gesammelter Erkenntnisse





Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung des Rechtsrahmens liefern. Damit ist die sie ein wesentliches Instrument zur sicheren Einführung automatisierter und autonomer Fahrfunktionen und zur Festigung Deutschlands als Standort für die Entwicklung und Anwendung dieser Technologien.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass sich eine belastbare Genehmigungspraxis mit dem KBA als Genehmigungsbehörde zur Erteilung von Erprobungsgenehmigungen entwickelt hat, die von den Antragstellenden als transparent und kooperativ bewertet wird. Gleichwohl bestehen in der Praxis weiterhin Herausforderungen, insbesondere hinsichtlich der Abschätzung von Zeit- und Ressourcenaufwand sowie der Abhängigkeiten beim Informationsaustausch zwischen Antragstellenden und Fahrzeug- bzw. AD-Systemherstellern.

Auf technischer Ebene erweist sich die genaue Definition der ODD als Faktor für eine sichere und nachvollziehbare Erprobung. Die konsequente Berücksichtigung der Betriebsgrenzen und die Validierung der Sicherheitskonzepte im Vorfeld („Pre-Testing“) bilden die Grundlage für einen störungsarmen Erprobungsbetrieb. In der Praxis sollte der Erprobungsbetrieb nicht nur zur technischen Validierung genutzt werden, sondern auch für die Erprobung betrieblicher, organisatorischer und kommunikativer Abläufe für den späteren Regelbetrieb, wodurch Akzeptanz durch Transparenz und praktische Erfahrung gefördert wird.

Einer der zentralen Handlungsimpulse besteht darin, dass ein Austausch zwischen verschiedenen Stakeholdern als projektübergreifender Lernprozess verstanden werden sollte und durch geeignete fachliche Netzwerke unterstützt werden kann. Der praxisbasierte Abgleich bewährter Vorgehensweisen mit Dokumentations- und Erfahrungsbeispielen kann zu einer Effizienzsteigerung einzelner Erprobungsprojekte beitragen.

Abkürzungsverzeichnis

AD	Automated Driving
ADS	Automated Driving System
AFGBV	Autonome-Fahrzeuge-Genehmigungs- und Betriebsverordnung [5]
DDT	Dynamic Driving Task
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
NATM	New Assessment/Test Method for Automated Driving [2]
ODD	Operational Design Domain
StVG	Straßenverkehrsgesetz
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen





Anhang

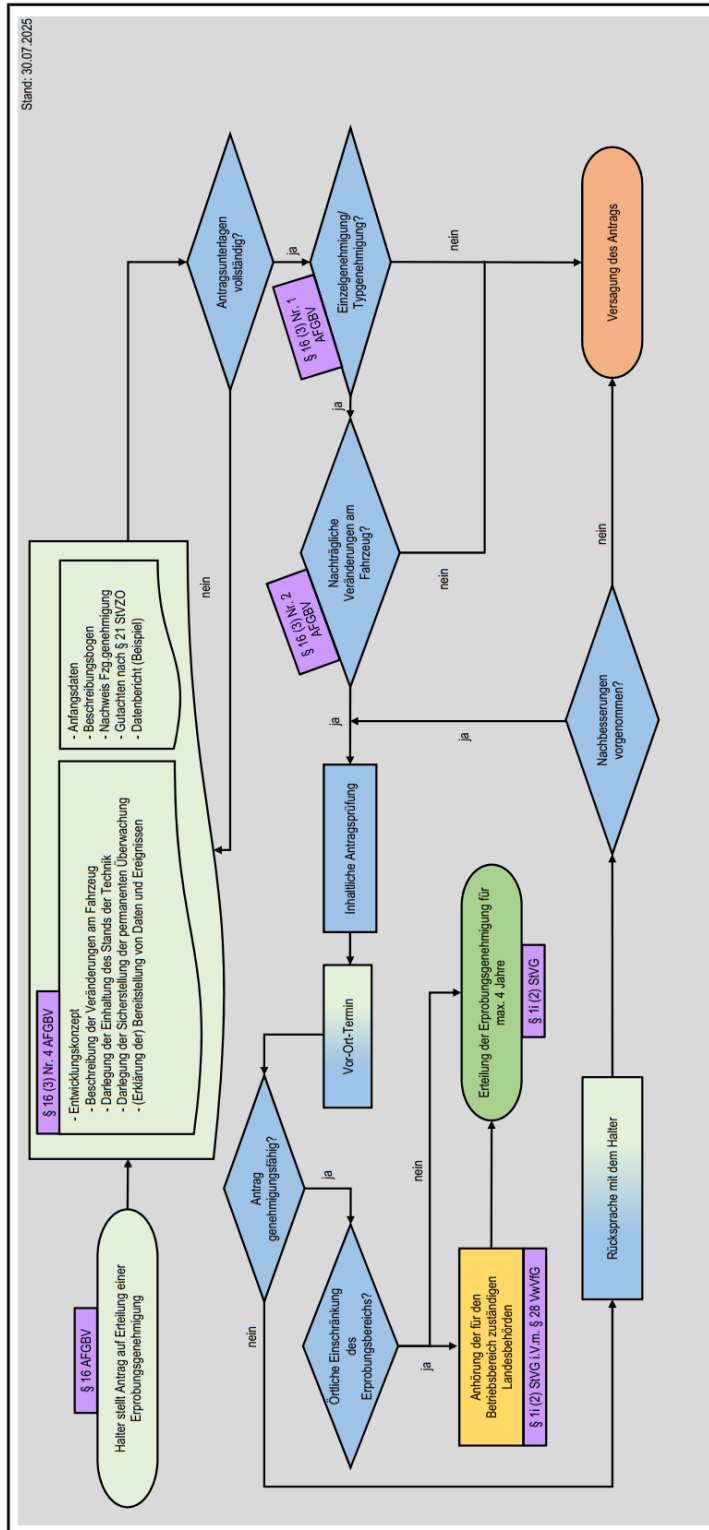


Abbildung 1: Prozess zur Erteilung einer Erprobungsgenehmigung gemäß AFGBV [9]





Quellenverzeichnis

- [1] Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen (BASt): *Selbstfahrende Autos – assistiert, automatisiert oder autonom?* 11.03.2021 (<https://www.bast.de/DE/Presse/Mitteilungen/2021/06-2021.html>)
- [2] *New Assessment/Test Method for Automated Driving (NATM) Guidelines for Validating Automated Driving System (ADS)* der UNECE (<https://unece.org/transport/documents/2023/04/working-documents/grva-new-assessmenttest-method-automated-driving-natm>)
- [3] Studie von innocam.NRW vom 15. Dezember 2022: *Rechtliche Fragestellungen des automatisierten Fahrens* (https://www.innocam.nrw/wp-content/uploads/2023/01/Studie_innocamNRW_Gesetzgebung_des_hochautomatisierten_Fahrens_2023_01_11_final.pdf)
- [4] Durchführungsverordnung (EU) 2022/1426 vom 05. August 2022 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32022R1426>)
- [5] *Verordnung zur Genehmigung und zum Betrieb von Kraftfahrzeugen mit autonomer Fahrfunktion in festgelegten Betriebsbereichen* (AFGBV) (<https://www.gesetze-im-internet.de/afgbv/>)
- [6] Kraftfahrt-Bundesamt (KBA): Erprobungsgenehmigung (https://www.kba.de/DE/Themen/Typgenehmigung/Autonomes_automatisiertes_Fahren/Erprobungsgenehmigung/erprobungsgenehmigung_node.html)
- [7] Vom KBA veröffentlichte Liste erteilter Erprobungsgenehmigungen, Stand Oktober 2025 (https://www.kba.de/DE/Themen/Typgenehmigung/Autonomes_automatisiertes_Fahren/Erprobungsgenehmigung/dl_liste_erprobungsgenehmigungen.pdf?__blob=publicationFile&v=3)
- [8] Muster für das einzureichende Entwicklungskonzept vom KBA (https://www.kba.de/DE/Themen/Typgenehmigung/Autonomes_automatisiertes_Fahren/Erprobungsgenehmigung/dl_entwicklungskonzept.pdf?__blob=publicationFile&v=4)
- [9] Prozess zur Erteilung einer Erprobungsgenehmigung vom KBA (https://www.kba.de/SharedDocs/FAQs/DE/Typgenehmigung/autonomes_Fahren_02_Erprobungsgenehmigung_02_Verfahrensablauf/dl_erprobungsgenehmigung_prozess.pdf?__blob=publicationFile&v=3)
- [10] ISO 34503:2023; *Road Vehicles – Test scenarios for automated driving systems – Specification for operational design domain* (<https://www.iso.org/standard/78952.html>)
- [11] Muster zur Beschreibung der Betriebsbedingungen (ODD) vom KBA (https://www.kba.de/DE/Themen/Typgenehmigung/Autonomes_automatisiertes_Fahren/Erprobungsgenehmigung/dl_muster_odd_erprobung.pdf?__blob=publicationFile&v=3)
- [12] Aldenhoven Testing Center (ATC), Stadtumgebung zur Nachbildung innerstädtischer Verkehrssituationen (<https://www.aldenhoven-testing-center.de/de/strecken/stadtumgebung.html>)
- [13] Positionspapier des VDV: *Der ÖPNV der Zukunft fährt autonom* (<https://www.vdv.de/vdv-positionspapier-autonomes-fahren-im-oepnv.pdf>)





- [14] ISO 34502:2022; *Road vehicles – Test scenarios for automated driving systems – Scenario based safety evaluation framework*
(<https://www.iso.org/standard/78951.html>)
- [15] KBA – Fragen und Antworten zum Thema Erprobungsgenehmigung
(https://www.kba.de/DE/Themen/Typgenehmigung/Autonomes_automatisiertes_Fahren/Erprobungsgenehmigung/erprobungsgenehmigung_node.html)
- [16] VDI/TÜV-Verband-EE 5902 - Leitfaden für Erprobungsgenehmigungen für automatisierte und autonome Fahrzeuge
(<https://www.vdi.de/mitgliedschaft/vdi-richtlinien/details/vdituev-verband-ee-5902-leitfaden-fuer-erprobungsgenehmigungen-fuer-automatisierte-und-autonome-fahrzeuge>)

