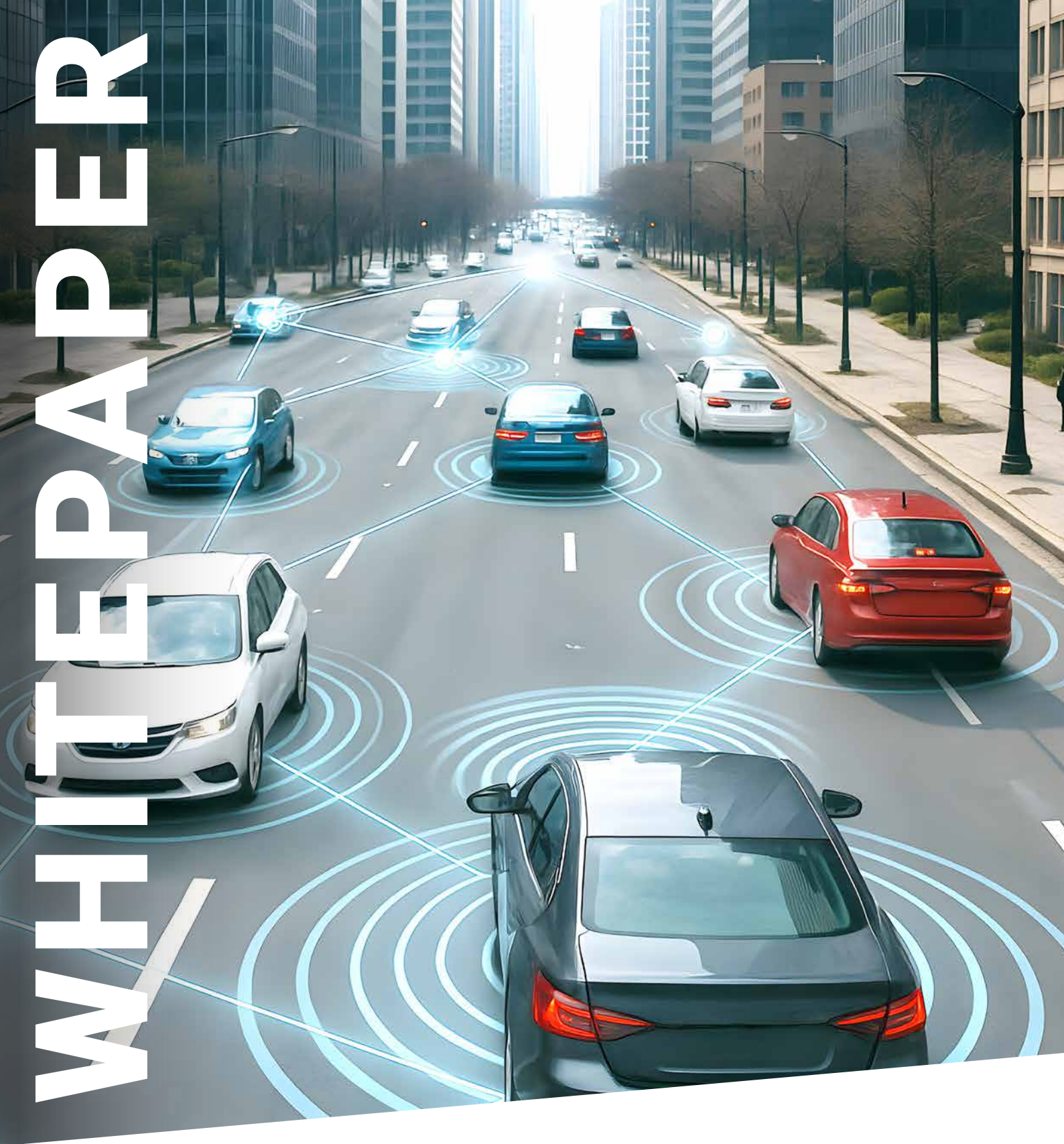


WHITEPAPER



ZUKUNFTSSICHERE MOBILITÄT

ADAS-PRÜFUNGEN ALS SCHLÜSSEL ZUR VERKEHRSSICHERHEIT



WHITEPAPER

Zukunftssichere Mobilität

ADAS-Prüfungen als Schlüssel zur Verkehrssicherheit

Version 1.01
Datum 30. Januar 2026
Autor Dr. Peter Geigle
Mitautoren Prof. Bernhard Schick, Markus Schmid



MAHA SE & Co. KG
Hoyen 20
87490 Haldenwang | Germany

KAPITEL

1	Einleitung	4
2	Wissenschaftlicher Hintergrund	6
2.1	Funktionsweise und Bedeutung von ADAS	6
2.2	Herausforderungen und typische Fehlerquellen	8
3	Probleme im Betrieb von ADAS-Fahrzeugen	10
3.1	Sensor- und Systemausfälle	10
3.2	Menschliche Faktoren und Verhaltensanpassung	11
3.3	Kostendruck und Vertrauensrisiken in der Automobilindustrie	11
4	Der Nutzen der PTI für die Sicherheit von ADAS	12
4.1	Rückblick: Der Beitrag der PTI zur Verkehrssicherheit	12
4.2	Relevanz von ADAS-Prüfungen in der PTI	12
4.3	Anforderungen gemäß UNECE-Regeln	13
4.4	Fazit: PTI als Schlüssel zur sicheren ADAS-Zukunft	13
5	MAHA-Lösungen zur ADAS-Prüfung und -Kalibrierung	14
6	Fazit und Handlungsauftrag	16
	Abkürzungsverzeichnis	19

1 EINLEITUNG

Fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme (ADAS) als Innovationstreiber in der Automobilindustrie

Fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS) repräsentieren einen zentralen Pfeiler technologischer Innovationen in der Automobilbranche. Diese Systeme umfassen eine Vielzahl hochentwickelter Technologien, darunter Spurhalteassistenten [4], automatische Notbremssysteme [6,7], adaptive Geschwindigkeitsregelungen (Adaptive Cruise Control, ACC) [1,25] und Verkehrszeichenerkennung. Durch die Integration solcher Technologien wird sowohl die Sicherheit im Straßenverkehr als auch die Unterstützung von Fahrern signifikant verbessert [3,18]. Die Funktionsweise von ADAS basiert auf einer Kombination moderner Sensorik, darunter Radarsensoren, LiDAR (Light Detection and Ranging), hochauflösende Kameras sowie auf fortschrittlichen Algorithmen und Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) [12,23,24]. Die kontinuierliche Echtzeit-Datenanalyse ermöglicht eine präzise Erkennung von Umgebungsbedingungen und trägt wesentlich zur Minimierung von Verkehrsunfällen bei [4].

ADAS verpflichtend in Neufahrzeugen

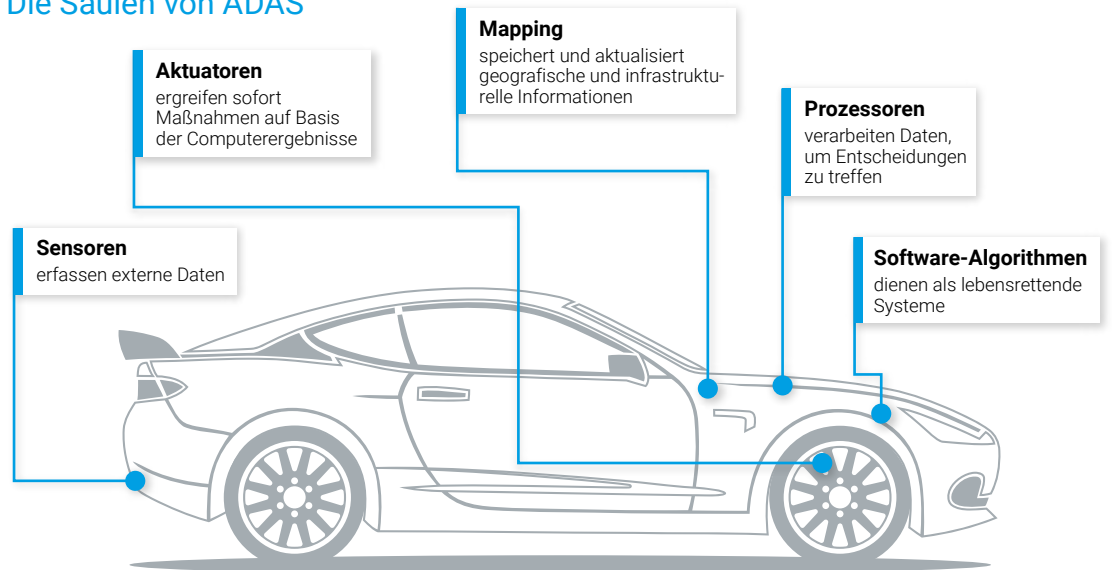
Ab 2024 schreibt die EU vor, dass Neuwagen mit Fahrerassistenzsystemen wie Notbremsassistenten, Spurhalteassistenten und intelligenten Geschwindigkeitsassistenten ausgestattet sein müssen. Diese Technologien dienen nicht nur der Verkehrssicherheit, sondern stellen auch neue Herausforderungen an die Wartung und Kalibrierung der Fahrzeuge [35].

Sensorfusion und Entscheidungsfindung: Das Herzstück moderner ADAS

Eine Kernkomponente von ADAS ist die sogenannte Sensorfusion, bei der mehrere Sensordatenquellen kombiniert werden, um ein umfassendes und zuverlässiges Abbild der Umgebung zu generieren [12,23]. Diese Technologie verbessert nicht nur die Detektion von Fahrzeugen, Fußgängern und Hindernissen [4,24], sondern auch die Antizipation potenzieller Gefahren [3,13].

Während Kameras primär sehr gute Querabstände liefern, messen Radarsysteme präzise Längsabstände und Geschwindigkeiten [12,24]. Die Fusion dieser Informationen ermöglicht eine robuste Interpretation der Verkehrssituation, was in der Folge eine frühzeitige Warnung oder ein automatisches Eingreifen des Systems erlaubt [5,18].

Die Säulen von ADAS



Automatisierung und künstliche Intelligenz in ADAS

Die Kombination aus immer leistungsfähigeren Umfeldsensoren und künstlicher Intelligenz bildet die Basis für automatisierte Fahrfunktionen und zukünftiges autonomes Fahren [4,12,24]. Eine zentrale Rolle könnte dabei ein KI-Domänencontroller (Konzept Ambarella von Continental) spielen, der als zentrales Verarbeitungselement die Daten von bis zu 24 Sensorströmen – darunter Kameras, Radar, Lidar und Ultraschall – in Echtzeit fusioniert [6,26]. Diese tiefgreifende Sensordatenfusion ermöglicht ein präzises Modell der Fahrzeugumgebung und damit sicherere Fahrentscheidungen [13,30].

Wartung und Kalibrierung: Sicherstellung der Systemintegrität

Eine zentrale Herausforderung bei ADAS liegt in der kontinuierlichen Kalibrierung und Funktionsprüfung dieser komplexen Systeme [9,20]. Hochpräzise Kalibrierwerkzeuge und Prüfplattformen, wie sie beispielsweise von MAHA entwickelt wurden, spielen hierbei eine Schlüsselrolle [21,25]. Sie gewährleisten die Zuverlässigkeit der Systeme und stärken zugleich das Vertrauen der Verbraucher in moderne Fahrzeugtechnologien [27]. Fehlkalibrierungen oder Systemausfälle können erhebliche Sicherheitsrisiken darstellen, die nur durch regelmäßige technische Prüfungen minimiert werden können [18,30].

Regulatorischer Rahmen und internationale Standards

Die wissenschaftliche und regulatorische Grundlage für ADAS wird maßgeblich durch Dokumente der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) geprägt, insbesondere durch WP.29 und das Dokument ECE/TRANS/WP.29/2024/37 [33,34]. Diese betonen die Notwendigkeit, ADAS in die Periodische Technische Inspektion (PTI) zu integrieren [19,31]. Internationale Initiativen zielen darauf ab, einheitliche Standards für die Kalibrierung und Prüfung von ADAS zu schaffen, um technische Konsistenz und Verkehrssicherheit weltweit zu fördern [33,34].

Empirische Evidenz und Zukunftsperspektiven

Aktuelle Untersuchungen, wie eine Studie der DEKRA (2023), zeigen, dass Fahrzeuge mit funktionierenden Spurhalteassistenten die Häufigkeit von Unfällen in Kurven um bis zu 30 % reduzieren können [6]. Gleichzeitig weisen bis zu 15 % der getesteten Fahrzeuge kleinere Defekte in ihren ADAS-Sensoren auf, wie Analysen von KÜS und TÜV belegen [31]. Diese Befunde verdeutlichen die Bedeutung regelmäßiger Systemprüfungen [18,19]. Der Einsatz von MAHA-Technologien im PTI-Prozess kann hierbei eine entscheidende Rolle spielen, um sowohl die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen als auch das Vertrauen der Verbraucher in fortschrittliche Fahrzeugtechnologien nachhaltig zu stärken [20,21].

2 WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND

2.1 FUNKTIONSWEISE UND BEDEUTUNG VON ADAS

Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) haben die Verkehrssicherheit durch innovative Technologien in den letzten Jahren nachhaltig transformiert. Diese Systeme bieten eine Vielzahl von Funktionen, die sowohl die Fahrsicherheit erhöhen als auch den Fahrer entlasten. Zu den herausragenden Technologien zählen der Adaptive Cruise Control (ACC), der Spurhalteassistent und der Notbremsassistent, die in Kombination einen neuen Standard für sicherheitsrelevante Fahrzeugfunktionen setzen [1,4,6].

Adaptive Cruise Control (ACC)

Dieses System ermöglicht es Fahrzeugen, die Geschwindigkeit automatisch an das vorausfahrende Fahrzeug anzupassen, wobei stets ein sicherer Abstand gewahrt bleibt. Hierbei werden Radar und Kamerasysteme eingesetzt, um die Verkehrsumgebung kontinuierlich zu überwachen [1,12,24]. ACC verbessert nicht nur die Verkehrseffizienz, sondern reduziert auch Auffahrunfälle signifikant [1,6].

Spurverlassensverhinderer (Typ 1)

Diese Systeme reagieren aktiv, wenn das Fahrzeug dabei ist, die Fahrspur zu verlassen, ohne dass der Fahrer dies beabsichtigt. Mithilfe von Kameras erkennen sie Fahrbahnmarkierungen und greifen durch gezielte Lenkmomenteingriffe ein, um das Fahrzeug zurück in die Spur zu führen [4,12]. Diese Funktion wird oft auch als Spurhalteassistent mit Randführung bezeichnet. Sie ist besonders nützlich, um Unfälle durch Unaufmerksamkeit oder Übermüdung zu verhindern [6,13].

Spurhalteassistent mit Mittenführung (Typ 2)

Dieser weiterentwickelte Assistent geht einen Schritt weiter, indem er die Spurführung übernimmt und das Fahrzeug in der Mitte der Fahrspur hält [4,13]. Er arbeitet kontinuierlich und bietet eine stabilere Unterstützung, insbesondere bei langen Fahrten auf der Autobahn. Diese

Funktion bietet einen zusätzlichen Komfortfaktor und reduziert die Belastung des Fahrers erheblich [1,25].

Die Unterscheidung zwischen diesen beiden Typen ist wichtig, da sie unterschiedliche Funktionen und Sicherheitsstufen bieten. Typ 1 wirkt reaktiv und korrigierend, während Typ 2 proaktiv und dauerhaft stabilisierend agiert [4,13].

Notbremsassistent

Dieses System erkennt nicht nur Hindernisse wie stehende oder bremsende Fahrzeuge, sondern auch komplexe Verkehrssituationen, einschließlich querender Fußgänger, Radfahrer oder Fahrzeuge, die sich längs oder quer zur Fahrtrichtung bewegen [12,24]. Bei einer drohenden Kollision greift der Notbremsassistent aktiv ein, um die Unfallgefahr zu minimieren. Dank fortschrittlicher Sensorik und Algorithmen kann das System die Umgebung in Echtzeit analysieren und präzise reagieren [4,12]. Studien belegen, dass der Notbremsassistent eine der effektivsten Technologien zur Unfallprävention darstellt und wesentlich zur Sicherheit von Fahrzeuginsassen sowie anderen Verkehrsteilnehmern beiträgt [26].

Die relevante ECE-Regelung für Notbremsassistenten (AEB, Automatic Emergency Braking) in Pkw ist die UN-Regelung Nr. 152 (UN Regulation No. 152). Diese Regelung legt die technischen Anforderungen und Testverfahren für Notbremsassistentensysteme fest, die in Pkw und anderen Fahrzeugklassen eingebaut werden.

Inhalte der Regelung

Pflicht für neue Fahrzeugtypen:

Seit 2022 ist AEB für neue Fahrzeugtypen in der EU verpflichtend vorgeschrieben. Ab 2024 gilt die Regelung für alle Neufahrzeuge (auch für bereits bestehende Fahrzeugtypen).

- **Testanforderungen:** Die Regelung beschreibt Testprotokolle für verschiedene Szenarien, wie: Auffahrunfälle (z. B. Hindernisse oder vorausfahrende Fahrzeuge). Kollisionen mit Fußgängern oder Radfahrern.
- **Anwendungsbereich:** Fahrzeuge der Kategorien M1 (Personenkraftwagen) und N1 (leichte Nutzfahrzeuge) sind betroffen. Systeme müssen bei definierten Geschwindigkeitsbereichen und Umgebungsbedingungen ein wirksames Bremsen sicherstellen.
- **Ziel der Regelung:** Verringerung von Auffahrunfällen und Kollisionen mit ungeschützten Verkehrsteilnehmern. Verbesserung der Fahrzeugsicherheit und der Verkehrssicherheit insgesamt.
- **Verpflichtung:** Die ECE-Regelung Nr. 152 schreibt AEB nicht für jedes Auto vor, sondern nur für Fahrzeuge, die unter die oben genannten Kategorien fallen und die nach den entsprechenden Stichtagen auf den Markt gebracht werden. Fahrzeuge, die vor diesen Daten zugelassen wurden, sind nicht verpflichtet, nachgerüstet zu werden.

Technologisch basieren ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) auf einer Kombination aus Sensorik und Software. Radar- und LiDAR-Sensoren ermöglichen präzise Abstandsmessungen,

während Kameras visuelle Daten liefern, die durch fortschrittliche Algorithmen verarbeitet und analysiert werden [12,24].

Diese Technologien ergänzen sich, indem sie Informationen bereitstellen, die für die Umfelderkennung und Objektklassifizierung entscheidend sind [4,13]. So können beispielsweise Objekte wie Fußgänger, Fahrzeuge oder Tiere zuverlässig identifiziert werden [12,24]. Die Integration der Sensorik mit KI-gestützten Algorithmen sorgt dafür, dass ADAS-Systeme in Echtzeit komplexe Verkehrssituationen erkennen und darauf reagieren können [4,12].

Maschinelles Lernen spielt eine entscheidende Rolle bei der kontinuierlichen Verbesserung von Genauigkeit und Zuverlässigkeit [4,13]. Durch die Fusion von Sensordaten entsteht ein umfassendes und detailliertes Bild der Verkehrsumgebung, das dem Fahrzeug ermöglicht, innerhalb von Millisekunden fundierte Entscheidungen zu treffen [4,12].

2.2 HERAUSFORDERUNGEN UND TYPISCHE FEHLERQUELLEN

Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) stehen trotz erheblicher Fortschritte vor spezifischen Herausforderungen, die die Effizienz und Sicherheit dieser Technologien beeinträchtigen können. Diese Herausforderungen lassen sich in drei Hauptkategorien unterteilen: technische [19,31], softwarebasierte [14,15] und psychologische Aspekte [5,23].

Empfindlichkeit gegenüber externen Einflüssen

Die Funktionalität der in ADAS verwendeten Sensoren ist stark von den Umgebungsbedingungen abhängig. Witterungseinflüsse wie Regen, Schnee oder Nebel können die Fähigkeit von Kameras, Radarsensoren und LiDAR-Systemen beeinträchtigen, die Umgebung korrekt zu erfassen [12,24]. Solche Einflüsse können zu Fehldiagnosen oder einer verzögerten Reaktion der Systeme führen, was die Verkehrssicherheit gefährden könnte [5].

Software- und Kalibrierungsanforderungen

Ein weiteres Problem stellt die Software dar, die die Rohdaten der Sensoren interpretiert. Fehler in Algorithmen oder unzureichende Updates können dazu führen, dass Verkehrssituationen nicht präzise analysiert werden [14,15]. Hinzu kommt die Notwendigkeit, Sensoren regelmäßig zu kalibrieren, um eine korrekte Funktion sicherzustellen [9,21]. Schon geringe Abweichungen von den Sollwerten können die Zuverlässigkeit der Systeme erheblich beeinträchtigen [10].

Mensch-Maschine-Interaktion

Ein entscheidender Faktor ist die Interaktion zwischen Fahrer und System. Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass Fahrer häufig Schwierigkeiten haben, die Grenzen und Möglichkeiten von ADAS korrekt einzuschätzen. Dies kann dazu führen, dass der Fahrer entweder übermäßig auf die Systeme vertraut oder sie nicht effektiv nutzt [22].

Regulatorische und standardisierte Prüfanforderungen

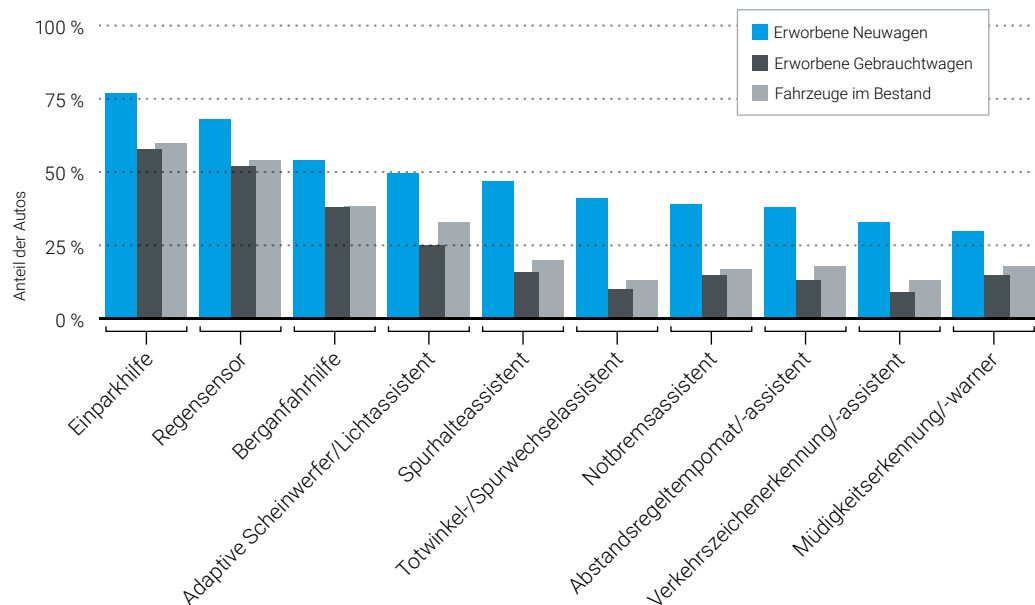
Um die Zuverlässigkeit von ADAS sicherzustellen, ist es notwendig, dass die Systeme regelmäßig überprüft werden [19,31]. Derzeit gibt es jedoch noch keine umfassend standardisierten Prüfverfahren, die weltweit einheitlich angewendet werden [33,34]. Dies erschwert es, die langfristige Funktionsfähigkeit und Sicherheit der Systeme zu gewährleisten [18,30].

Lösungsansätze

Die Bewältigung dieser Herausforderungen erfordert:

- **Fortschrittliche Algorithmen:** Entwicklung robuster Softwarelösungen, die mit einer Vielzahl von Umweltszenarien umgehen können [14,15].
- **Regelmäßige Kalibrierung und Wartung:** Sicherstellung der einwandfreien Funktion von Sensoren und Kameras [9,21].
- **Fahrerzentrierte Gestaltung:** Verbesserung der Benutzeroberflächen und der Mensch-Maschine-Interaktion, um die Einbindung des Fahrers zu optimieren [5,22].
- **Standardisierung der Prüfungen:** Einführung globaler Standards für die Bewertung und Überprüfung von ADAS, wie sie beispielsweise von UNECE WP.29 vorgeschlagen werden [33,34].

Anteile der mit ausgewählten Fahrassistenzsystemen ausgestatteten Pkw in Deutschland im Jahr 2019



Quelle: DAT

© MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG

3 PROBLEME IM BETRIEB VON ADAS-FAHRZEUGEN

3.1 SENSOR- UND SYSTEMAUSFÄLLE

Trotz des technologischen Fortschritts bleiben ADAS-Systeme anfällig für verschiedene Fehlerquellen, die durch interne und externe Faktoren beeinflusst werden. Häufige Probleme umfassen:

- **Verschleiß und Umwelteinflüsse:** Langfristige Nutzung führt zu mechanischem und elektrischem Verschleiß, insbesondere bei hochsensiblen Komponenten wie Kameras und Radarsensoren [12,24]. Umweltbedingungen wie Staub, Schnee oder Insekten können die Funktionalität erheblich einschränken, wodurch die zuverlässige Erkennung von Hindernissen oder Verkehrsteilnehmern beeinträchtigt wird [5].
- **Fehlkalibrierungen** zählen zu den häufigsten Herausforderungen bei ADAS (Advanced Driver Assistance Systems), insbesondere nach Wartungsarbeiten oder dem Austausch von Systemkomponenten. Diese entstehen, wenn Sensoren oder Kameras von ihren Sollwerten abweichen, was die Systemzuverlässigkeit beeinträchtigt [9,21]. Ursachen sind mechanische Veränderungen, etwa durch den Austausch von Stoßfängern oder Windschutzscheiben, sowie ungenaue Kalibrierungsverfahren, bedingt durch fehlende Ausrichtung, unzureichende Werkzeuge oder ungeschultes Personal [20,21]. Software-Inkompatibilitäten, wie fehlerhafte Updates, und externe Einflüsse, etwa unebene Kalibrierflächen oder schlechte Beleuchtung, verschärfen das Problem [14,19,24]. Präzise Kalibrierungsverfahren und geschultes Personal sind daher essenziell für die Zuverlässigkeit von ADAS [20,30].
- **Softwareprobleme:** Ein zentraler Schwachpunkt von Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) liegt in der Software, die Sensordaten verarbeitet und interpretiert. Fehler in Algorithmen oder unzureichende Updates können dazu führen, dass Verkehrsbedingungen nicht korrekt erfasst werden, was die Wahrscheinlichkeit von Fehlfunktionen erhöht [14,15]. Ein Beispiel ist ein Auffahrunfall in den USA, bei dem ein automatisches Notbremssystem (AEB) fälschlicherweise eine abrupte Bremsung einleitete, obwohl keine Gefahr bestand. Dieser Vorfall, untersucht von der National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), zeigt die potenziellen Risiken fehlerhafter Software [7].

Solche Vorfälle unterstreichen die Notwendigkeit regelmäßiger Updates und robuster Testverfahren, um sicherzustellen, dass die Systeme zuverlässig funktionieren [14,19,26].

- **Lösungsansatz:** Regelmäßige Wartung und Kalibrierung sind entscheidend, um die Zuverlässigkeit von Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) sicherzustellen. Untersuchungen zeigen, dass bereits minimale Dejustagen der Sensoren zu erheblichen Fehlfunktionen führen können [9,21]. Die Integration von ADAS-spezifischen Prüfungen in die Periodische Technische Inspektion (PTI) ermöglicht es, potenzielle Defizite frühzeitig zu erkennen. Standardisierte Verfahren

gewährleisten dabei eine einheitliche Qualitätssicherung [18,30]. Beispielsweise bietet das PTI-Service-Portal der Deutschen Automobil Treuhand (DAT) Prüfern fahrzeugspezifische Daten, um die technische Fahrzeugüberwachung vorschriftsgemäß durchzuführen [9].

Zudem entwickeln Labore wie Lab4PTI neue Prüfverfahren, um den steigenden Anforderungen durch automatisierte Fahrfunktionen gerecht zu werden. Ihr Ansatz umfasst Prüferqualifizierung, Teilautomatisierung und innovative Fahrversuche, um die zukünftige PTI effizient und zuverlässig zu gestalten [10].

Durch die Kombination von regelmäßiger Wartung, präziser Kalibrierung und standardisierten PTI-Verfahren kann die Funktionsfähigkeit von ADAS über die gesamte Lebensdauer eines Fahrzeugs sichergestellt werden [9,18,30].

3.2 MENSCHLICHE FAKTOREN UND VERHALTENSANPASSUNG

Die Einführung von Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) hat tiefgreifende Auswirkungen auf das Fahrverhalten:

- **„Out-of-the-loop“-Effekt:** Fahrer, die sich stark auf automatisierte Systeme verlassen, verlieren oft die aktive Kontrolle und reagieren in Notfallsituationen langsamer. Dieses Phänomen wird durch übermäßige Abhängigkeit und ein fehlendes Verständnis der Systemgrenzen verstärkt [13,22].
- **Passiver Fahrstil:** Die Nutzung von adaptiven Tempomaten oder Spurhalteassistenten kann zu einer passiveren Fahrweise führen. Studien zeigen, dass dies die Reaktionszeit in Notfallsituationen verlängern kann [13,21].
- **Fehleinschätzungen der Systemfähigkeiten:** Ein erheblicher Anteil von Unfällen mit ADAS-Fahrzeugen resultiert aus falschen Erwartungen an die Leistungsfähigkeit der Systeme. Aufklärung und Sensibilisierung sind essenziell, um diese Probleme zu mindern [14,33,34].
- **Lösungsansatz:** Maßnahmen wie klar formulierte Handbücher, gezielte Fahrertrainings und die Integration von ADAS-Schulungen in die Periodische Technische Inspektion (PTI) können das Bewusstsein für Risiken stärken und die Interaktion zwischen Mensch und Maschine optimieren [14,33,34].

3.3 KOSTENDRUCK UND VERTRAUENSRISEN IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE

Die Automobilindustrie steht vor der Herausforderung, innovative Technologien wie ADAS unter hohem Kostendruck zu entwickeln:

- **Kürzere Entwicklungszeiten:** Der Wettbewerb und die Nachfrage nach Innovationen führen oft dazu, dass Unternehmen Testphasen verkürzen und Qualitätskontrollen reduzieren. Dies erhöht das Risiko von fehlerhaften Systemen, die unerwartete Bremsungen auslösen oder Hindernisse nicht erkennen [15].
- **Vergleich mit dem „Dieselgate“-Skandal:** Ähnlich wie bei Emissionsstandards könnten auch

ADAS-Systeme durch unzureichende externe Kontrollen und kurzfristige Kostensenkungen in ihrer Zuverlässigkeit gefährdet werden. Der daraus resultierende Vertrauensverlust würde die gesamte Automobilbranche betreffen [16].

- **Lösungsansatz:** Unabhängige Prüfungen durch die Periodische Technische Inspektion (PTI) sind notwendig, um sicherzustellen, dass Systeme regelmäßig aktualisiert und auf Funktionalität überprüft werden. Dies stärkt das Vertrauen der Verbraucher und gewährleistet die Einhaltung internationaler Standards, wie sie im UNECE WP.29-Dokument festgelegt sind [29,33,34].

4 DER NUTZEN DER PTI FÜR DIE SICHERHEIT VON ADAS

4.1 RÜCKBLICK: DER BEITRAG DER PTI ZUR VERKEHRSSICHERHEIT

Die Periodische Technische Inspektion (PTI) hat sich über Jahrzehnte hinweg als unverzichtbares Instrument zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit erwiesen. Studien belegen, dass durch die regelmäßige technische Überprüfung von Fahrzeugen erhebliche Unfallrisiken minimiert werden konnten. Beispielsweise führte die Einführung der PTI in Deutschland 1951 zu einem signifikanten Rückgang technikbedingter Unfälle. Laut einem Bericht des Deutschen Verkehrssicherheitsrats (DVR) sind fehlerhafte Bremsen oder defekte Beleuchtungssysteme seit Einführung der PTI deutlich seltener als Unfallursachen zu verzeichnen [18]. In anderen europäischen Ländern wurden ähnliche Ergebnisse beobachtet. Eine Studie des European Transport Safety Council (ETSC) zeigt, dass regelmäßige Fahrzeugprüfungen in Ländern mit PTI-Programmen die Unfallzahlen um bis zu 20 % reduzierten, da kritische Mängel frühzeitig erkannt und behoben werden konnten [19].

4.2 RELEVANZ VON ADAS-PRÜFUNGEN IN DER PTI

Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) sind eine Schlüsseltechnologie moderner Fahrzeuge. Funktionen wie adaptive Tempomaten, Spurhaltesysteme oder automatische Notbremsassistenten erhöhen die Sicherheit im Straßenverkehr erheblich, setzen jedoch eine präzise Kalibrierung und regelmäßige Wartung voraus. Ohne systematische Überprüfung können schwerwiegende Sicherheitsrisiken entstehen. Beispielsweise führen falsch kalibrierte Kameras und Sensoren zu fehlerhafter Hinderniserkennung oder inkorrektem Spurverhalten. Zudem können veraltete Algorithmen auf neue Verkehrsbedingungen nicht angemessen reagieren [19,33,34].

Praktische Beispiele zeigen die Bedeutung der PTI: Ein falsch kalibrierter Notbremsassistent in den USA interpretierte einen Schatten als Hindernis, was eine abrupte Bremsung und einen Auffahrunfall zur Folge hatte. Ähnliche Probleme traten bei Spurhaltesystemen auf, die Markierungen nicht erkannten, sowie bei adaptiven Tempomaten, die Geschwindigkeiten falsch

einschätzten. Solche Vorfälle verdeutlichen, dass regelmäßige ADAS-Prüfungen technische Defizite aufdecken und gleichzeitig das Vertrauen der Verbraucher stärken können [19,33,34].

Die Integration spezifischer ADAS-Prüfungen in die PTI ermöglicht es, Fehler frühzeitig zu erkennen und die Funktionsfähigkeit langfristig sicherzustellen. Neben der technischen Überprüfung können Fahrer über die Möglichkeiten und Grenzen der Systeme informiert werden, was zu einer besseren Mensch-Maschine-Interaktion beiträgt. Zudem schafft die PTI ein Bewusstsein für die Funktionalität, Sicherheit und Wartungsanforderungen dieser Technologien, was sowohl die Akzeptanz als auch die verantwortungsvolle Nutzung fördert [19,33,34].

4.3 ANFORDERUNGEN GEMÄSS UNECE-REGELN

Die Richtlinien der United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), wie ECE/TRANS/WP.29/2024/37, definieren klare Anforderungen für ADAS-Systeme. Diese umfassen:

- **Betriebsgrenzen:** ADAS-Systeme müssen zuverlässig in den definierten Geschwindigkeits- und Wertebereichen arbeiten.
- **Fehlertoleranz:** Systeme sollen bei technischen Problemen sicher abschalten und Maßnahmen zur Risikominderung umfassen.
- **Fahrerüberwachung:** Der Fahrer muss in kritischen Situationen jederzeit eingreifen können [33,34].

Um diese Anforderungen in die PTI zu integrieren, sind spezifische Prüfprotokolle notwendig. Dazu gehören Kalibrierungen der Sensoren und Kameras, Tests unter variierenden Verkehrs- und Wetterbedingungen sowie die Überprüfung der Softwareversionen. Diese Maßnahmen stellen sicher, dass die Algorithmen den neuesten Standards entsprechen und ADAS-Systeme ihre Funktionalität langfristig beibehalten [19,33,34].

4.4 FAZIT: PTI ALS SCHLÜSSEL ZUR SICHEREN ADAS-ZUKUNFT

Die Integration von ADAS-spezifischen Prüfungen in die PTI ist ein unverzichtbarer Schritt, um die Sicherheit im Straßenverkehr zu gewährleisten. Die UNECE-Regeln bieten eine klare Grundlage, um diese Prüfprozesse zu standardisieren und die Mobilität der Zukunft sicher und effizient zu gestalten [18,19,33,34].

Durch die regelmäßige Kontrolle von Sensoren, Kameras und Softwareversionen können potenzielle Fehlfunktionen frühzeitig erkannt und behoben werden. Dies stärkt nicht nur das Vertrauen der Verbraucher in moderne Fahrzeugtechnologien, sondern reduziert auch die Unfallzahlen erheblich. Langfristig tragen solche Maßnahmen dazu bei, die Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen und autonomen Fahrfunktionen weiter zu erhöhen.

5 MAHA-LÖSUNGEN ZUR ADAS-PRÜFUNG UND -KALIBRIERUNG

Der MAHA Adaptive System Tester (MAST) ist eine zukunftsweisende Entwicklung im Bereich der Wirkprüfung von Advanced Driver Assistance Systems (ADAS). Dieses System wurde speziell für die effiziente und umfassende Überprüfung moderner Fahrerassistenzsysteme entwickelt, sowohl in der Periodischen Technischen Inspektion (PTI) als auch in Werkstätten. Mit einer Prüfzeit von unter fünf Minuten und einer modularen Bauweise bietet MAST Vorteile für große Prüfstationen ebenso wie für kleinere Betriebe [21]

Dank seiner innovativen Technologie, einschließlich dynamischer Kalibrierungsfunktionen und Over-the-Air-Prüfungen (OTA), ermöglicht der MAST die präzise Prüfung und Justierung von ADAS-Systemen wie Spurhaltesystemen, adaptiven Tempomaten (ACC) und Notbremsassistenten. Durch die nahtlose Integration in bestehende Prüfprozesse und die Unterstützung modernster Simulationstechnologien wie Radar- und Bildsimulation schafft der MAST realitätsnahe Testbedingungen, die sowohl für OEMs im End-of-Line-Bereich als auch für Werkstätten und PTI-Stationen von zentraler Bedeutung sind.

Diese umfassenden Funktionalitäten machen den MAHA Adaptive System Tester zu einem unverzichtbaren Werkzeug für die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit und Sicherheit moderner Fahrzeugtechnologien.

Technologische Innovationen

Over-the-Air-Prüffunktion (OTA)

Der MAST ermöglicht die Überprüfung von ADAS-Funktionen wie Spurhalteassistenten oder adaptiven Tempomaten ohne physischen Zugriff auf das Fahrzeug. Stattdessen wird das Fahrzeug durch eine Kombination aus Bild- und Radar-Signalen simuliert und stimuliert. Diese OTA-Prüffunktion schafft eine realitätsnahe Testumgebung, ohne dass eine direkte Verbindung zum Fahrzeug erforderlich ist, und erlaubt eine effiziente und präzise Funktionsprüfung [21].

Simulationstechnologie

Der Prototyp basiert auf einer dynamischen Fahrplattform, die realitätsnahe Fahrsituationen simuliert. Eine Visualisierungssoftware generiert passende Bildinhalte und steuert Radar-Simulatoren von Partnern wie Rohde & Schwarz, dSPACE oder Konrad Technologies [23,24]. Diese Kombination ermöglicht es, Fahrmanöver und Umgebungsbedingungen präzise zu reproduzieren, wodurch ADAS-Systeme unter kontrollierten und reproduzierbaren Bedingungen getestet und optimiert werden können.

Mit Testfahrzeugen wie dem VW ID.4 oder Audi Q3 wurde ein Funktionsnachweis erbracht, wobei der Prüfaufbau derzeit noch eine feste Einspannung des Testfahrzeugs erfordert. Ein dynamisches Regelkonzept soll dies künftig überflüssig machen und realitätsnähere Messungen ermöglichen [21].

Praktische Anwendbarkeit in PTI und Werkstätten

Der MAST bietet eine praxisnahe Lösung für die systematische ADAS-Prüfung in PTI-Stationen und Werkstätten. Mit einer kurzen Prüfzeit von unter fünf Minuten und seiner modularen Struktur kann das System sowohl große Prüfstationen mit hohen Durchsatzanforderungen als auch kleinere Betriebe unterstützen [21].

Vorteile in der PTI und Werkstatt

Effiziente Prüfungen von Lane-Assist, ACC und Schilderererkennung. Anpassbarkeit an OEM-Anforderungen, wodurch eine flexible Nutzung in Sonderprojekten möglich ist. Potenzial zur Standardisierung von ADAS-Prüfungen durch den Einsatz innovativer Technologien und die Zusammenarbeit mit PTI-Organisationen. Der MAST dient nicht nur als Testsystem, sondern als Technologieträger, der neue Standards für ADAS-Prüfungen etablieren kann. Dies stärkt das Vertrauen von OEMs, Verbänden und Verbrauchern in die Sicherheit moderner Fahrerassistenzsysteme [21,33,34].

Einsatz im End-of-Line und Entwicklungsbereich von OEMs

Im End-of-Line-Prozess (EOL) stellt der MAST eine unverzichtbare Lösung dar, um sicherzustellen, dass jedes Fahrzeug mit optimal kalibrierten ADAS-Systemen ausgeliefert wird. Die dynamische Kalibrierungsfunktion des MAST ermöglicht es, ADAS-Komponenten wie Kameras, Radarsensoren und LiDAR-Systeme unter realitätsnahen Bedingungen zu prüfen und zu justieren. Durch die patentierte Lenktechnologie und die dynamische Stabilisierung können Lenk- und Querbewegungen des Fahrzeugs simuliert werden, wodurch präzise Tests ohne feste Einspannung des Fahrzeugs möglich sind.

Für Entwicklungsabteilungen bietet der MAST die Möglichkeit, neue ADAS-Funktionen zu testen und zu validieren. Mit Partnerlösungen wie den Radar-Simulatoren von dSPACE, Rohde & Schwarz oder Konrad Technologies integriert der MAST modernste Simulationstechnologien, um realistische Szenarien zu erstellen. Dies ermöglicht die effiziente Prüfung und Optimierung von Funktionen wie Spurhalteassistenten, adaptiven Tempomaten und Notbremsassistenten.

Dynamische Kalibrierung: Ein Schritt in die Zukunft

Dynamische Kalibrierung bezeichnet den Abgleich von Sensoren während der Fahrzeugbewegung – ein Prozess, der derzeit im Werkstattumfeld nicht abgebildet werden kann. In der Praxis erfolgt dieser Abgleich bisher während der ersten Fahrt durch den Endkunden, ohne verlässliche Kontrolle über die Qualität des Kalibrierergebnisses.

Mit der geplanten Erweiterung des MAST kann dieser Prozess künftig unter reproduzierbaren, prüfstandsnahen Bedingungen erfolgen. Damit lassen Kalibrierprozesse für sicherheitsrelevante Systeme wie Notbremsassistenten oder Spurhalteassistenten gezielt und präzise durchführen.

Zukünftige Entwicklungen

- **Patentierte Lenktechnologie:** Ein zentrales Ziel der Weiterentwicklung des MAHA Adaptive System Testers (MAST) ist die Einführung einer patentierten Lenktechnologie, die das derzeit notwendige feste Einspannen des Fahrzeugs in den Testaufbau überflüssig macht. Dieses Regler-System arbeitet mit einer dynamischen Stabilisierung, bei der Lenk- und Querbewegungen des Fahrzeugs direkt ausgeglichen werden. Dadurch kann das Fahrzeug in einer

simulierten Fahrsituation "frei" agieren, während die Stabilität präzise geregelt wird. Diese Technologie ermöglicht realistischere Testbedingungen, da das Fahrzeug wie im tatsächlichen Straßenverkehr auf externe Reize reagieren kann. Darüber hinaus wird der Prüfprozess effizienter, da der Aufbau und die Vorbereitung für die Tests deutlich reduziert werden [21].

- **Ergänzung durch MAIA:** Das System MAIA (MAHA Autonomer Inspektionsassistent) übernimmt in Zukunft eine zentrale Rolle bei der Erstvermessung und Positionierung des Fahrzeugs auf dem MAST. MAIA wird die exakte Position des Fahrzeugs relativ zur Fahrtrichtung und zu den Testeinrichtungen wie Radar-Target-Simulatoren und visuellen Darstellungssystemen referenzieren. Dies ist entscheidend, um eine präzise und wiederholbare Testumgebung zu schaffen [21].

Darüber hinaus ermöglicht MAIA die korrekte Ausrichtung und Positionierung technischer Einrichtungen wie des Radar-Target-Simulators, um ADAS-Funktionen wie Spurhaltung, adaptive Tempomaten (ACC) und Notbremsassistenten zu testen.

6 FAZIT UND HANDLUNGSAUFRUF

Zusammenfassung

Advanced Driver Assistance Systems sind ein integraler Bestandteil moderner Fahrzeuge und tragen wesentlich zur Verbesserung der Verkehrssicherheit bei. Ihre Effektivität hängt jedoch stark von einer regelmäßigen Wartung und Kalibrierung ab. Sensorfehler, Softwareprobleme und unzureichende Kalibrierungen können erhebliche Sicherheitsrisiken darstellen. Dieses Whitepaper hat gezeigt, dass ADAS regelmäßige Prüfungen benötigen, um ihre Funktionalität und Sicherheit zu gewährleisten. Der MAHA Adaptive System Tester bietet eine praxistaugliche Lösung, um solche Prüfungen schnell und kosteneffizient durchzuführen. Zudem unterstreicht die Integration von ADAS-Prüfungen in die PTI die Bedeutung neuer Sicherheitsstandards.

Handlungsaufwurf

Die Zukunft der sicheren Mobilität erfordert ein Zusammenspiel aller relevanten Akteure. Gesetzgeber sind aufgefordert, klare Vorschriften für die regelmäßige ADAS-Prüfung im Rahmen der PTI einzuführen und internationale Standards zu fördern, die mit den UNECE-Richtlinien harmonisieren. PTI-Organisationen sollten bestehende Prüfprotokolle anpassen, um spezifische ADAS-Tests zu integrieren und innovative Systeme wie den MAST zu nutzen. OEMs sollten aktiv an der Entwicklung einheitlicher Prüfstandards mitwirken, um die Interoperabilität zu gewährleisten und kosteneffiziente Lösungen für die Wirkprüfung zu unterstützen.

Einladung zur Zusammenarbeit

MAHA lädt alle Stakeholder ein, den Weg zur sicheren Mobilität der Zukunft gemeinsam zu gestalten. Politik, PTI-Organisationen und OEMs können durch Pilotprojekte, die Integration neuer Technologien und die Entwicklung standardisierter Prüfprotokolle entscheidend zur Verkehrssicherheit beitragen.

Mit dem MAST als Impulsgeber zeigt MAHA, dass die Wirkprüfung von ADAS nicht nur notwendig, sondern auch umsetzbar ist.

Schlussgedanke

Die Automobilindustrie steht vor der Herausforderung, ADAS-Technologien sicher und zuverlässig zu machen. Durch Innovation, Zusammenarbeit und klare Standards kann nicht nur die technische Qualität verbessert, sondern auch das Vertrauen der Verbraucher in diese lebensrettenden Systeme gestärkt werden. MAHA setzt mit dem MAST neue Maßstäbe und zeigt, dass die sichere Mobilität der Zukunft bereits heute gestaltet werden kann.

Quellenverzeichnis

- [1] **Ali, F. M., & Abbas, N. H. (2024)**
Adaptive Cruise Control System: A Literature Survey. Magallat al-handasat. DOI: 10.31026/j.eng.2024.09.12
- [2] **All-Electronics (2024)**
Risikoverminderung durch Entwicklungsstandards in der Automotive-Software. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://www.all-electronics.de/>.
- [3] **ATR (2024)**
Zuverlässige ADAS-Kalibrierungen mit Hella Gutmann Werkstattausrüstung. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: ATR.
- [4] **Aydogdu, S., Schick, B., & Wolf, M. (2020)**
Claim and Reality? Lane Keeping Assistant: the Conflict Between Expectation and Customer Experience. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://opus4.kobv.de/opus4-hs-kempten/frontdoor/index/index/docId/141>
- [5] **DAT (2024)**
PTI-Service Portal. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://www.dat.de>.
- [6] **DEKRA (2023)**
Untersuchung zur Unfallreduktion durch Spurhalteassistenten. Interne Analyse.
- [7] **dSPACE (2023)**
Simulation und Test von Fahrerassistenzsystemen: Innovative Technologien für die PTI. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://dSPACE.com>
- [8] **DVR (2021)**
Die Bedeutung der PTI für die Verkehrssicherheit. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://www.dvr.de>.
- [9] **Elektroniknet.de (2024).**
NHTSA beschließt wichtige Sicherheitsvorschrift: Automatische Notbremsen bis 2029 Standard. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://elektroniknet.de>.
- [10] **Endsley, M. R., & Kiris, E. O. (1995)**
The Out-of-the-Loop Performance Problem and Level of Control in Automation. Human Factors, 37(2), 381–394.
- [11] **ETSC (2019)**
Reducing Road Deaths: The Impact of Regular Vehicle Inspections. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://etsc.eu/>
- [12] **Flemisch, F. O., Adam, J., Beller, J., et al. (2008)**
Automation spectrum, inner/outer compatibility and other potentially useful human factors concepts for assistance and automation. Cognition, Technology & Work, 10(3), 197–206.
- [13] **13. Grippenkov, J. (2020)**
Human Factors Aspekte des automatisierten Bahnbetriebs. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://www.dlr.de>.
- [14] **International Harmonized Research Activities (IHRA) Working Group on ITS (2011)**
Design Principles for Advanced Driver Assistance Systems: Keeping Drivers in the Loop. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://unece.org/19th-session-5>.
- [15] **Konrad Technologies (2024)**
ADAS-Testlösungen mit Over-the-Air-Funktionalität. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://www.konrad-technologies.com>.

- [16] **Lab4PTI (2024)**
Innovationen für die Periodische Technische Inspektion. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://lab4pti.de>.
- [17] **Lee, J. D., & See, K. A. (2004)**
Trust in automation: Designing for appropriate reliance. *Human Factors*, 46(1), 50–80.
- [18] **MAHA (2024)**
MAST – Der Adaptive System Tester für ADAS-Prüfungen. Zugriff am 22. Dezember 2024.
- [19] **MAHA (2024)**
Prototyp MAHA Adaptive System Tester (MAST). Unternehmensbericht.
- [20] **Navarro, J., Mars, F., & Hoc, J.-M. (2016)**
Lateral control assistance and driver behavior in emergency situations. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://hal.science>.
- [21] **Oberst, J., Kemper, H., Günther, A., & Schick, B. (2020)**
Durchgängige Bewertung automatisierter Fahrfunktionen mit Vehicle-in-the-Loop. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://opus4.kobv.de/opus4-hs-kempten/frontdoor/index/index/docId/2434>.
- [22] **Parasuraman, R., & Riley, V. (1997)**
Humans and Automation: Use, Disuse, Abuse. *Human Factors*, 39(2), 230–253.
- [23] **RESPONSE 3 (2009)**
Automotive Driving Assistance Systems Testing Framework. EU-Forschungsprojekt.
- [24] **Rohde & Schwarz (2024)**
Präzise Radarsimulation für ADAS-Prüfungen. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://www.rohde-schwarz.com>.
- [25] **Rudin-Brown, C. M., & Parker, H. A. (2004)**
Behavioural adaptation to adaptive cruise control (ACC): Implications for road safety. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 7(2), 59–76.
- [26] **Sättele, P. und Broggi, A. (2023)**
Full-Stack-Lösungen für die autonome Mobilität. Sonderdruck Continental ATZ Elektronik. Verfügbar unter: <https://www.continental-automotive.com> [Zugriff am 11. Januar 2025].
- [27] **Schick, B. (2020)**
Attribute-based Development of Advanced Driver Assistance Systems. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://opus4.kobv.de/opus4-hs-kempten/frontdoor/index/index/year/2020/docId/54>.
- [28] **Methods: What can Vehicle Dynamics, ADAS and Powertrain Development Learn from Each Other?**
Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://opus4.kobv.de/opus4-hs-kempten/frontdoor/index/index/year/2020/docId/133>.
- [29] **Springer (2024)**
Periodische technische Inspektion: Anforderungen und Entwicklungen bei ADAS. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://www.springer.com>.
- [30] **T-Online.de (2024)**
Auto-Urteil: Notbremsassistent hat versagt – Wer haftet nun bei Auffahrunfall? Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://t-online.de>.
- [31] **TÜV, KÜS (2023)**
Analyse zu ADAS-Fehlerquellen in der periodischen technischen Inspektion. Interne Veröffentlichung.
- [32] **UNECE (2021)**
Advanced Driver Assistance Systems: Ensuring Long-Term Reliability through Regular Inspections. Zugriff am 22. Dezember 2024. Verfügbar unter: <https://unece.org>.
- [33] **Schick, B., Weiner, P., & Riedmaier, S. (2020)**
Model-based Development. Verfügbar unter: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/1/35>
- [34] **UNECE WP.29 (2024).**
ECE/TRANS/WP.29/2024/37: Anforderungen an die Sicherheit und Zuverlässigkeit von ADAS. UNECE-Dokumentation. Verfügbar unter: <https://unece.org/transport/events/wp29-world-forum-harmonization-vehicle-regulations-192nd-session>
- [35] **TÜV NORD (2024)**
Fahrassistenzsysteme, die ab 2024 Pflicht sind und in Neuwagen verbaut werden müssen. Verfügbar unter: <https://www.tuev-nord.de/de/privatkunden/ratgeber-und-tipps/technik/fahrassistenzsysteme/#c667029>.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ACC	Adaptive Cruise Control – Adaptiver Tempomat zur automatischen Geschwindigkeits- und Abstandsregelung.
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems – Fahrerassistenzsysteme zur Verbesserung der Sicherheit und Fahrunterstützung.
AEB	Automatic Emergency Braking – Automatisches Notbremssystem.
ATR	Auto-Technologie-Report – Veröffentlichungen zu ADAS-Technologien.
DAT	Deutsche Automobil Treuhand – Anbieter von Fahrzeugdaten und -services.
DEKRA	Deutsche Kraftfahrzeug-Überwachungsorganisation – Organisation für Fahrzeugprüfung.
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt – Organisation für technologische Forschung.
DVR	Deutscher Verkehrssicherheitsrat – Organisation zur Förderung der Verkehrssicherheit.
ECE	Economic Commission for Europe – Wirtschaftskommission für Europa.
ETSC	European Transport Safety Council – Europäischer Rat für Verkehrssicherheit.
HAL	Hochschulzugangsberechtigende Prüfung – könnte sich im Kontext auf Halbleitertechnologie beziehen.
IHRA	International Harmonized Research Activities – Internationale Arbeitsgruppe zu Sicherheitsprinzipien.
KI	Künstliche Intelligenz – Technologie zur Simulation menschlicher Intelligenz.
MAHA	Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG – Hersteller von Prüf- und Diagnosetechnik.
MAIA	MAHA Autonomer Inspektionsassistent
MAST	MAHA Adaptive System Tester – Prüfplattform für ADAS.
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration – Behörde für Verkehrssicherheit in den USA.
OTA	Over-the-Air – Technologie zur drahtlosen Kommunikation und Simulation.
PTI	Periodische Technische Inspektion – Regelmäßige Fahrzeugüberprüfung zur Sicherheit.
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe – Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa.
VW	Volkswagen – Deutscher Automobilhersteller.

Über den Autor

Seit 25 Jahren beschäftige ich mich mit Innovationen und habe früh an Versuchsträgern mit High-End-Technologien gearbeitet. Mein Fokus liegt auf der Entwicklung und Optimierung neuer Technologien. Heute stehe ich als Geschäftsführer von MAHA für praxisnahe Innovationen und zuverlässige Lösungen in der Inspektions- und Werkstatttechnik.

„Erfahren Sie mehr über ADAS und deren Prüfung als zentraler Faktor für die Verkehrssicherheit – in diesem Whitepaper“

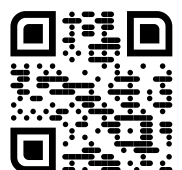
Dr. Peter Geigle

Geschäftsführer MAHA SE & Co. KG

E-Mail: peter.geigle@maha.de



MAHA SE & Co. KG
Hoyen 20
87490 Haldenwang
Germany



maha.de