

ZVR

Zeitschrift für Verkehrsrecht

Beitrag

Eisenbahnkreuzungen

Wolfgang Motter, Patrick Schneider, Dieter Wurmitzer

Rechtsprechung

Beobachtung der Verkehrslage bei Grünlicht

Georg Kathrein

Begriff „Schadensereignis“ in der RechtsschutzVers

Wolfgang Reisinger

Judikaturübersicht Verwaltung

Aufforderung zur Harnabgabe keine unmittelbare Befehls- und Zwangsgewalt

Geschwindigkeitsüberschreitungen: Übertretungen nach IG-L und StVO nebeneinander bestraft

Entscheidungen zum deutschen Schadenersatzrecht 2025

Schnellstmögliche Ersatzbeförderung nach Flugverspätung

Kuratorium für Verkehrssicherheit

Assistierte Fahrfunktionen auf Freilandstraßen

Hatun Atasayar, Maria Scheibmayr, Matthias Kühn, Jenö Bende, Jasmin Zimmermann

Assistierte Fahrfunktionen auf Freilandstraßen

Eignung, Entwicklung repräsentativer Testszenarien und Bewertung des Fahrverhaltens



Der Beitrag schnell gelesen

Eine Studie im Auftrag des KfV (Kuratorium für Verkehrssicherheit, Österreich), der UDV (Unfallforschung der Versicherer, Deutschland) und der bfu (Beratungsstelle für Unfallverhütung, Schweiz) zeigt, dass der Einsatz von assistierten Fahrfunktionen auf Freilandstraßen mit Sicherheitsrisiken verbunden ist. Dies trifft insb zu, wenn die Systeme die Fahrzeuglenker über längere Zeiträume bei der Längs- und Querverführung unterstützen. Die Untersuchung zeigt, dass eine reduzierte aktive Betei-

ligung der Fahrzeuglenker zu einer verminderten Fähigkeit führt, in Konfliktsituationen rechtzeitig und angemessen zu intervenieren.

Kraftfahrrecht; Straßenverkehrsrecht

VO (EU) 2018/858; VO (EU) 2019/2144; UNECE R79; UNECE R171

ZVR 2025/127



HATUN ATASAYAR, BSc, ist Projektleiterin im Forschungsbereich für Verkehrssicherheit im Kuratorium für Verkehrssicherheit.
MARIA SCHEIBMAYR, MSc, ist Projektleiterin im Forschungsbereich für Verkehrssicherheit im Kuratorium für Verkehrssicherheit.
Dr.-Ing. MATTHIAS KÜHN ist Leiter des Bereichs Fahrzeugsicherheit bei der Unfallforschung der Versicherer.
Dipl.-Ing. JENÖ BENDE ist Unfallanalyst im Bereich Fahrzeugsicherheit der Unfallforschung der Versicherer.
Dr. phil. JASMIN ZIMMERMANN ist wissenschaftliche Mitarbeiterin bei der Beratungsstelle für Unfallverhütung.

Inhaltsübersicht:

- A. Einleitung
- B. Rechtliche und theoretische Einordnung
- C. Methodik
 - 1. Aufbau und Vorgehensweise
 - 2. Testansatz
 - a) Realverkehr

- b) Testszenarien
- c) Auf dem Testgelände
- D. Ergebnisse
 - 1. Fahrten auf der Freilandstraße
 - a) Aktivierung und Funktion der Systeme
 - b) Auftreten kritischer Situationen
 - c) Einfluss des Human-Machine-Interface
 - 2. Fahrten auf dem Testgelände
 - a) Driver Engagement
 - 3. Zentrale Erkenntnisse
- E. Zusammenfassung und Fazit

A. Einleitung

Die Europäische Kommission verfolgt seit dem Jahr 2000 mit der „Vision Zero“ das Ziel, bis 2050 eine Zukunft ohne Verkehrstote zu erreichen. Während zunächst deutliche Fortschritte erzielt

wurden, stagnierte der Trend zwischen 2015 und 2020. Dies deutet auf neue Herausforderungen im Bereich der Verkehrssicherheit hin, die dringend adressiert werden müssen.

Ein wesentlicher Faktor ist die zunehmende Verbreitung von sog Level-2-Fahrerfunktionen (Automatisierungsstufe 2 nach SAE J3016¹, im Folgenden kurz *L2-Fahrerfunktionen*). Diese Systeme unterstützen die Fahrzeuglenker bei der Längs- und Querverführung des Fahrzeugs und integrieren verschiedene hochentwickelte Fahrerassistenzsysteme (sog Advanced Driving Assistant Systems, kurz ADAS), wie etwa Abstandsregeltempomat, Spurhalteassistent oder Notbremsassistent.² Ursprünglich für Autobahnen konzipiert, sind diese Funktionen auch auf Freilandstraßen und in der Stadt einsetzbar – ein Umfeld, das aufgrund seiner infrastrukturellen Vielfalt und komplexen Verkehrssituationen besondere Anforderungen an die Technologie stellt.

Die steigende Nutzung dieser unterstützenden Systeme birgt jedoch Risiken, da die Fahrzeuglenker zunehmend weniger aktiv in die Fahraufgabe eingebunden sind („reduziertes Driver Engagement“). Gerade in sicherheitskritischen Situationen, in denen die Systeme an ihre Grenzen gelangen, müssen Fahrzeuglenker schnell und kompetent eingreifen können. Dies erfordert ein hohes Maß an Situationsbewusstsein, das nur durch eine kontinuierliche aktive Einbindung in den Fahrprozess gewährleistet werden kann. Daraus ergibt sich die Frage, ob L2-Fahrerfunktionen für den Einsatz auf Freilandstraßen geeignet sind und welche Auswirkungen sie auf die Verkehrssicherheit haben.

Vor diesem Hintergrund haben das Kuratorium für Verkehrssicherheit (KFV), die Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) und die Unfallforschung der Versicherer (UDV) ein Forschungsprojekt initiiert, dessen Ziel es war, die Leistungsfähigkeit und Sicherheit von L2-Fahrerfunktionen auf Freilandstraßen sowie deren **Einfluss auf das Driver Engagement** zu untersuchen.

Dieser Beitrag stellt die zentralen Ergebnisse dieses Projekts mit Fokus auf Risiken und mögliche Gegenmaßnahmen vor.

B. Rechtliche und theoretische Einordnung

Hochentwickelte Fahrerassistenzsysteme werden zunehmend zur Standardausstattung in Fahrzeugen mit EU-Typengenehmigung. Die rechtlichen und technischen Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme sind in den einschlägigen EU-Typengenehmigungs-VO geregelt.³ Die Kommission erlässt im Wege von delegierten Rechtsakten und Durchführungsrechtsakten Bestimmungen in Bezug auf einheitliche Verfahren und technische Spezifikationen für die Typengenehmigung von Assistenzsystemen.^{4, 5, 6}

Die **VO (EU) 2019/2144** schreibt beginnend mit 6. 7. 2022 die schrittweise verpflichtende Ausstattung von neu zu genehmigenden Fahrzeugtypen und neu zugelassenen Fahrzeugen unterschiedlicher Fahrzeugklassen mit bestimmten hochentwickelten Fahrerassistenzsystemen vor.⁷ Seit 7. 7. 2024 sind etwa in allen neu zugelassenen Pkw (Fahrzeugklasse M1) unter anderem ein **Intelligenter Geschwindigkeitsassistent**, ein **hochentwickeltes Notbremsassistentensystem** und ein **Notfall-Spurhalteassistent** verpflichtend vorgeschrieben.⁸ Während es sich bei den zuletzt genannten Systemen um Sicherheitssysteme zur Gewährleistung der allgemeinen Sicherheit sowie den Schutz von Fahrzeuginsassen und ungeschützten Verkehrsteilnehmern handelt, dienen sog Level-2-Systeme derzeit primär der Erhöhung des Fahrkomforts und der Reduktion der Arbeitsbelastung des Lenkers.

Fahrzeuglenker haben beim Einsatz von Fahrerassistenzsystemen die nationalen Rechtsvorschriften der einzelnen Mitgliedsstaaten zu beachten.^{9, 10} Sie haben die Kontrolle über das Fahr-

zeug jederzeit zu behalten und haften uneingeschränkt nach allgemeinen Grundsätzen. Auch die Halterhaftung nach EKHG bleibt beim Einsatz von Fahrerassistenzsystemen unberührt.

Die UNECE-Arbeitsgruppe 29 (WP.29) hat zuletzt mit der UN-Regelung R171 „*Einheitliche Vorschriften für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich Fahrerassistenzsysteme (Driver Control Assistance Systems, DCAS)*“ herausgegeben.^{11, 12} Diese Regelung wurde von der EU noch nicht formal in das Typengenehmigungsregime aufgenommen. Ein entsprechender Entwurf zur Ergänzung der VO (EU) 2019/2144 liegt jedoch bereits vor.¹³ Die Regelung enthält insb spezifische Anforderungen an das System im Hinblick auf die Überwachung der Beteiligung des Fahrzeuglenkers und der „*Mensch-Maschine-Interaktion*“ (MMI).

¹ SAE International. Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles. USA; 2021. J3016_202104.

² Diese Systeme können gleichzeitig lenken und beschleunigen/bremsen, um den Fahrzeuglenker zu unterstützen. Sie stellen jedoch lediglich eine Unterstützung dar und keine eigenständige Fahrzeugsteuerung ohne menschliche Aufsicht (zu den Fahrerfunktionen s Tabelle 1).

³ VO (EU) 2018/858 des EP und des Rates v 30. 5. 2018 über die Genehmigung und die Marktüberwachung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge; VO (EU) 2019/2144 des EP und des Rates v 27. 11. 2019 über die Typengenehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge im Hinblick auf ihre allgemeine Sicherheit und den Schutz der Fahrzeuginsassen und von ungeschützten Verkehrsteilnehmern, zur Änderung der VO (EU) 2018/858 ua.

⁴ Die EU-Rechtsakte verweisen dabei regelmäßig auf internationale Standards der UNECE Arbeitsgruppe 29 (WP.29) des Weltforums für die Harmonisierung der Regelungen für Kraftfahrzeuge („UN-Regelungen“).

⁵ Technische Spezifikationen finden sich etwa in der Delegierten VO (EU) 2021/1958 für den Intelligenten Geschwindigkeitsassistenten, der UN-Regelung R152 für Notbremsassistentensysteme und der DurchführungsVO (EU) 2021/646 für den Notfall-Spurhalteassistenten. Anforderungen an aktive Spurhalteassistentensysteme (ALKS) sind in UN-Regelung R157 geregelt. Fahrerassistenzsysteme, die den Fahrzeuglenker bei der Querverführung des Fahrzeugs unterstützen, sind in der UN-Regelung R79 geregelt.

⁶ Eine Übersicht über die gängigen Fahrerassistenzsysteme findet sich auf <https://smartrider.at/de/fahrerassistenzsysteme/adaptiver-tempomat> (abgerufen am 3. 4. 2025).

⁷ VO (EU) 2019/2144 des EP und des Rates v 27. 11. 2019 über die Typengenehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge im Hinblick auf ihre allgemeine Sicherheit und den Schutz der Fahrzeuginsassen und von ungeschützten Verkehrsteilnehmern, zur Änderung der VO (EU) 2018/858 des EP und des Rates ua.

⁸ Daneben sind für diese Fahrzeugklasse ein Warnsystem bei Müdigkeit und mangelnder Aufmerksamkeit, ein Notbremslicht, ein Rückfahrassistent, eine ereignisbezogene Datenaufzeichnung, ein Fußgänger-/Radfahrer-Erkennungssystem sowie Direktsicht-Vorgaben zur Reduzierung des toten Winkels vorgeschrieben.

⁹ In Österreich ist idZ § 11 AutomatFahrV BGBl II 2016/402 idF BGBl II 2024/287 zu beachten. Soweit der Fahrzeuglenker bei der Nutzung von Fahrerassistenzsystemen die Hände vom Lenkrad nehmen will, ist die Nutzung auf Autobahnen und Schnellstraßen beschränkt. Siehe dazu auch *Roubik*, Novellierung der Verordnung über die Rahmenbedingungen für automatisiertes Fahren, ZVR 2019/70.

¹⁰ Soweit sich aus rechtlichen Gründen Einschränkungen ergaben, wurden diese im Rahmen des Forschungsprojekts entsprechend berücksichtigt.

¹¹ DCAS sind eine Untergruppe der sog ADAS (advanced driver assistance systems) und nach der Definition der Regelung vom Fahrzeugführer betriebene Fahrerassistenzsysteme, die einem menschlichen Fahrzeugführer bei der dynamischen Fahrzeugsteuerung helfen, indem sie ihn dauerhaft bei der Quer- und Längsbewegungssteuerung unterstützen.

¹² https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202402689 (abgerufen am 3. 4. 2025).

¹³ <https://eping.wto.org/en/Search?viewData=G/TBT/NEU/1107> (abgerufen am 3. 4. 2025).

C. Methodik

1. Aufbau und Vorgehensweise

Das Forschungsprojekt gliederte sich in drei Phasen:

- Phase 1: Analyse realer Verkehrssituationen auf Freilandstraßen zur Identifikation kritischer Szenarien bei aktivierten L2-Fahrfunktionen. Die Grundlage bildeten eine **Literaturrecherche**, Testfahrten im **Realverkehr** und eine Kritikalitätsbewertung der erfassten Situationen.
- Phase 2: **Entwicklung von drei repräsentativen Testszenarien** auf Basis der Erkenntnisse aus Phase 1. Diese Szenarien spiegelten typische Herausforderungen auf Freilandstraßen wider und bildeten die Grundlage für Funktionalitätstests unter kontrollierten Bedingungen.
- Phase 3: **Durchführung der Testszenarien auf einem Testgelände**, um die Leistungsfähigkeit der L2-Fahrfunktionen und deren Einfluss auf das Driver Engagement zu bewerten. Im Fokus stand das Verhalten der Testpersonen in kritischen Situationen – insb ihre Fähigkeit zum rechtzeitigen Eingreifen. Denn ein dauerhaft reduziertes Driver Engagement durch L2-Unterstützung kann dazu führen, dass Fahrzeuglenker beim Erreichen von Systemgrenzen nicht mehr adäquat reagieren.

Alle Tests erfolgten gemäß den Vorgaben der **Ethikkommission der Technischen Universität Graz**.

2. Testansatz

a) Realverkehr

Die Funktionalitätstests im Realverkehr dienten der Identifikation typischer Herausforderungen und potenziell sicherheitskritischer Fahrsituationen bei aktivierten L2-Fahrfunktionen auf Freilandstraßen, um eine solide Grundlage für die Entwicklung repräsentativer Testszenarien zu schaffen.

Rahmenbedingungen

Für die Tests wurden Straßenabschnitte mit typischen infrastrukturellen und verkehrstechnischen Herausforderungen ausgewählt. Neben gut erhaltenen Bodenmarkierungen und einem Tempolimit von über 60 km/h, was ideal für den Betrieb von L2-Fahrfunktionen war, umfassten sie auch Streckenabschnitte mit engen Kurven, unzureichenden Fahrbahnmarkierungen, Kreuzungen sowie Abschnitte mit variierenden Geschwindigkeitsbegrenzungen. Um länderspezifische Unterschiede zu berücksichtigen und aussagekräftige, länderübergreifende Ergebnisse zu erzielen, **führte die Teststrecke durch Österreich, Deutschland und die Schweiz**.

Die Tests wurden mit **drei Fahrzeugmodellen** aus dem Premiumsegment, der Kompakt- und Mittelklasse durchgeführt. Alle Fahrzeuge verfügten über eine aktuelle EU-Typengenehmigung, ein EuroNCAP-Rating und waren mit L2-Fahrfunktionen gemäß SAE J3016/UNECE R79 ausgestattet. Die L2-Fahrfunktionen unterstützten die Fahrzeuglenker bei der Längs- und Querführung der Fahrzeuge.

Die Tests wurden von erfahrenen Fahrern durchgeführt, die die L2-Fahrfunktionen aktiv nutzten, auf Warnungen achteten und kritische Situationen markierten. Gefahren wurde unter **realen Bedingungen nach standardisiertem Protokoll** zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit zwischen den Fahrzeugen und den Strecken.

Längsführung	Querführung
<i>Intelligente ACC (Adaptiver Tempomat):</i> Passt die Geschwindigkeit automatisch an das Tempolimit und den Straßenverlauf an. <i>Geschwindigkeitsanpassung an Tempolimit:</i> Automatische Anpassung durch Kartendaten und/oder Verkehrszeichenerkennung. <i>Curve Speed Assist (CSA):</i> Reduziert die Geschwindigkeit des Fahrzeugs in Kurven für eine komfortable und sichere Durchfahrt (Bestandteil der Intelligent ACC). <i>Kreisverkehrsassistent:</i> Erkennt die Annäherung an einen Kreisverkehr und reduziert die Geschwindigkeit für eine sichere Durchfahrt (Bestandteil der Intelligent ACC).	<i>Emergency Lane Keeping Support (ELKS):</i> Lenkt bei fehlender Fahrerreaktion zurück in die Spur. <i>Lane Centering Assist (LC):</i> Hält das Fahrzeug aktiv in der Fahrbahnmitte (Bestandteil der L2-Fahrfunktion). <i>Lane Change Assist (LCA):</i> Unterstützt beim Spurwechsel bei aktivierter L2-Fahrfunktion. Der Grad der Unterstützung variiert (Bestandteil der L2-Fahrfunktion).

Tabelle 1: Liste der eingesetzten Fahrerassistenzsysteme für die Längs- und Querführung

Methodik

Während der Fahrten wurden sogenannte Triggerereignisse – **sicherheitskritische Situationen**, in denen das System an seine Grenzen stieß oder ein aktives Eingreifen der Testperson erforderlich war – identifiziert. Beispiele hierfür waren plötzliche Hindernisse, fehlerhafte Spurführung oder unklare Verkehrssituationen. Die Ereignisse wurden durch einen im Fahrzeug anwesenden technischen Versuchsleiter erfasst und post-hoc analysiert.

Jedes identifizierte Triggerereignis wurde **subjektiv durch die Testperson** mithilfe einer 11-stufigen Skala hinsichtlich der Kritikalität bewertet: 0–3 = unkritisch, 4–6 = mäßig kritisch, 7–10 = kritisch. Zusätzlich wurden Kontextdaten wie zB Witterung dokumentiert.

Nach jeder Fahrt erfolgte **eine leitfadengestützte, qualitative Befragung der Testpersonen**, um subjektive Eindrücke zu dokumentieren. Diese ergänzenden Daten ermöglichten eine umfassende Bewertung der Nutzererfahrung mit L2-Fahrfunktionen.

b) Testszenarien

Als Ergebnis der ersten Phase des Projekts wurden repräsentative Testszenarien abgeleitet, um die Herausforderungen zu simulieren, denen Fahrzeuglenker auf Freilandstraßen mit komplexen Verkehrssituationen und vielfältigen infrastrukturellen Gegebenheiten gegenüberstehen.

Methodik

Die Entwicklung der Testszenarien erfolgte in einem mehrspurigen Prozess:

1. **Identifikation funktionaler Szenarien:** Zunächst wurden 26 funktionale Szenarien durch eine Literaturrecherche und anhand von Expertenwissen identifiziert. Diese Szenarien beschreiben typische Fahrsituationen, die im Realverkehr auftreten können.

2. **Ableitung logischer Szenarien:** Aus den funktionalen Szenarien wurden logische Szenarien abgeleitet, die konkrete Parameter wie bspw Fahrgeschwindigkeit und Kurvenradien enthielten. Diese Parameter wurden basierend auf den Messdaten aus dem Realverkehr und Geoinformationsdaten definiert.

3. **Überführung in konkrete Szenarien:** Schließlich wurden die logischen Szenarien in konkrete Szenarien überführt, die auf der Teststrecke umgesetzt werden konnten. Die Durchführbarkeit der Szenarien wurde mit der Unterstützung einer Simulationssoftware sowie auch durch die Prüfung der Ergebnisparameter in Vorversuchen geprüft.

Ausgewählte Testszenarien

Es wurden drei Testszenarien für die Testfahrten auf dem Testgelände abgeleitet, welche in Tabelle 2 abgebildet und beschrieben sind. Die entwickelten Testszenarien ermöglichten eine Bewertung der Fähigkeit von L2-Fahrfunktionen, sowohl die Längs- als auch die Querverführung des Fahrzeugs sicher zu kontrollieren. Sie halfen zudem dabei, die Einbindung der Fahrzeuglenker in die Fahraufgabe (Driver Engagement) zu untersuchen, was für die Sicherheit bei der Nutzung dieser Technologien entscheidend ist.

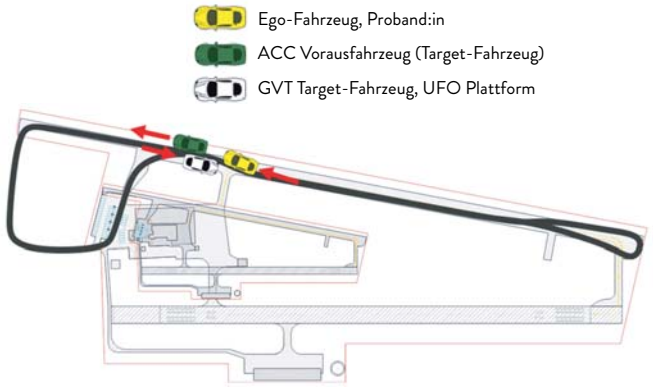
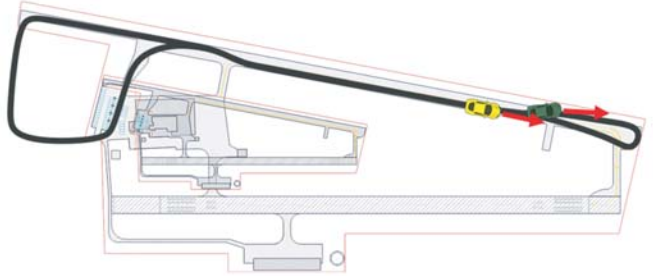
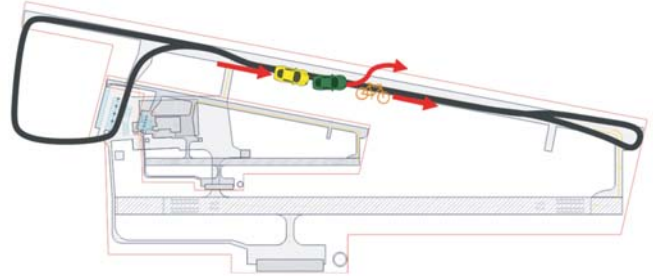
Szenario	Beschreibung	Illustration
1	Verlassen des Fahrstreifens in einer Rechtskurve mit Gegenverkehr: Das Fahrzeug folgt einem vorausfahrenden Fahrzeug und verlässt in einer Rechtskurve den Fahrstreifen, was einen Eingriff des Lenkers erfordert.	  Ego-Fahrzeug, Proband:in  ACC Vorausfahrzeug (Target-Fahrzeug)  GVT Target-Fahrzeug, UFO Plattform
2	Verlassen des Fahrstreifens in einer Linkskurve zum Fahrbahnrand: Ähnlich wie Szenario 1, jedoch in einer Linkskurve, wobei das Fahrzeug auf den Fahrbahnrand gerät.	  Ego-Fahrzeug, Proband:in  ACC Vorausfahrzeug (Target-Fahrzeug)
3	Ausweichmanöver bei einem plötzlich auftauchenden Hindernis: Das Fahrzeug muss auf ein unvermittelt auftauchendes Hindernis reagieren, was ein schnelles Eingreifen erfordert.	  Ego-Fahrzeug, Proband:in  ACC Vorausfahrzeug (Target-Fahrzeug)  Fahrrad Target, UFO Plattform

Tabelle 2: Beschreibung und Illustration der konkreten Szenarien

c) Auf dem Testgelände

Rahmenbedingungen

Die Testfahrten fanden auf dem DSD¹⁴-Versuchsgelände in Hofkirchen statt, das für EuroNCAP¹⁵-Versuche zur aktiven Sicherheit zertifiziert ist. Das Streckenlayout entsprach, mit Ausnahme der engen Kurve, einem Rundkurs, welcher es ermöglichen sollte, über einen längeren Zeitraum ohne Unterbrechung mit aktivierten L2-Fahrfunktionen zu fahren.

An den Testfahrten nahmen 24 Personen (sechs Frauen, 18 Männer, Ø-Alter: 53 Jahre mit Standardabweichung von 13 Jahren) teil. Die durchschnittliche jährliche Fahrleistung betrug zwischen 10.000 und 20.000 Kilometer. 19 Testpersonen hatten bereits Erfahrungen mit Fahrerassistenzsystemen.

Jede Testperson absolvierte zunächst eine 20–25-minütige Eingewöhnungsfahrt auf einer Freilandstraße, gefolgt von der eigentlichen Testfahrt. Dabei durchlief jede Person eines der drei Testszenarien mit je einem anderen Fahrzeugmodell. Insgesamt wurden an vier Tagen 72 Fahrten durchgeführt – jedes Szenario und jedes Fahrzeug kam dabei jeweils 24-mal zum Einsatz.

Bewertung der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI)

Das Ziel dieser Bewertung war die Überprüfung der **Qualität des Bedienverhaltens** während der **Systemaktivierung**, der **Qualität**

tät der Fahrzeugführung in der Testsituation (insb die Reaktion auf das Systemverhalten bei unerwarteten Triggerereignissen) sowie **Qualität des Monitorings** (in Bezug auf die Einhaltung der „Hand-am-Steuer-Anforderung“). Diese Aspekte geben Hinweise auf das **Driver Engagement**, insb hinsichtlich aktiver Beteiligung und Aufmerksamkeit.

Die Bewertung umfasste zwei Teile:

a) Zwei geschulte Beobachtende bewerteten das Verhalten der Testpersonen während der Systemnutzung anhand definierter Variablen (s Tabelle 3). Bewertet wurde auf einer 11-stufigen Skala (0 = perfekt, 1–3 = gut, 4–5 = fehlerhaft, 7–9 = nicht akzeptabel, 10 = nicht bewältigt). Grundlage war das erwartete Idealverhalten je Szenario.

b) Zusätzlich bewerteten die Testpersonen direkt nach der Fahrt das Szenario und Triggerereignisse per Fragebogen (s Tabelle 4). Abgefragt wurden Klarheit, Verständlichkeit, Nachvollziehbarkeit, Sicherheit und Situationskritikalität – auf Skalen von -3 bis +3 (außer Kritikalität: 0–10).

¹⁴ DSD = Dr. Steffan Datentechnik.

¹⁵ European New Car Assessment Programme: Der Verband führt Crashtests durch und vergibt Sternebewertungen an Autos, die auf ihre Sicherheit getestet wurden.

	Variable	Beschreibung
Bedienverhalten	Unsicher	Die Testperson ist unsicher bei der Aktivierung des L2-Systems, sucht nach Knöpfen oder Hebeln, wendet dafür den Blick von der Straße ab.
	Verzögert	Die Testperson aktiviert die L2-Systeme erst nach einer Weile und nicht wie vorgegeben ab einem bestimmten Zeitpunkt.
	Hilfestellung	Die Testperson benötigt Hilfe bei der Aktivierung des L2-Systems, zB einen Hinweis, welche Knöpfe oder Hebel gedrückt werden müssen.
	Bedienfehler	Die Testperson drückt einen falschen Knopf oder betätigt einen Hebel nicht richtig.
Fahrzeugführung	Keine Reaktion	Die Testperson zeigt keinerlei Reaktion in der Testsituation und sie bremst weder noch lenkt sie.
	Unzureichend gesichert	Bei einem Überholmanöver erfolgt kein Blick in den Rückspiegel zur Sicherung.
	Spurabkommen	Das Fahrzeug verlässt in der Testsituation die Spur und überfährt die Bodenmarkierungen entweder links oder rechts.
	Verzögerte Reaktion	Die Testperson reagiert verzögert, entweder durch Bremsen oder Lenken.
	Zu starke Reaktion	Die Testperson reagiert zu stark; ein zu starker Lenkeingriff führt zu einem Verlassen des Fahrstreifens und/oder es wird zu stark gebremst.
	Gefährdung	Die Testperson gefährdet andere Verkehrsteilnehmende, in dem sie entweder zu stark auffährt, der Abstand zum entgegenkommenden Fahrzeug oder der Seitenabstand beim Überholen zu gering ist.
Monitoring	Hands-off-Warnung	Das L2-System warnt, dass die Hände wieder aufs Lenkrad gelegt werden müssen.

Tabelle 3: Übersicht über die Beobachtungsvariablen

Kategorie	Frage	Bewertungsskala
Klarheit	Wie klar war Ihnen, was zu tun ist?	(-3) sehr unklar bis (+3) sehr klar
Nachvollziehbarkeit	Wie nachvollziehbar war das Systemverhalten in der Situation?	(-3) nicht nachvollziehbar bis (+3) sehr nachvollziehbar
Verständlichkeit	Wie verständlich waren die Systemausgaben in der Situation?	(-3) sehr unverständlich bis (+3) sehr verständlich
Sicherheit	Wie war das Sicherheitsempfinden in der Situation?	(-3) sehr unsicher bis (+3) sehr sicher
Situationskritikalität	Wie kritisch war die Situation?	(0–3) unkritisch (4–6) mäßig kritisch (7–10) kritisch

Tabelle 4: Übersicht hinsichtlich der Fragen zur subjektiven Bewertung eines Triggerereignisses inkl Bewertungsskala

D. Ergebnisse

1. Fahrten auf der Freilandstraße

a) Aktivierung und Funktion der Systeme

Die Aktivierung der L2-Fahrfunktionen hing stark von der Qualität der Fahrbahnmarkierungen ab. Auf gut markierten Strecken konnten die Systeme meist kontinuierlich genutzt werden. Bei fehlenden, schlecht sichtbaren oder abrupt veränderten Markierungen kam es jedoch zu Deaktivierungen oder zu fehlerhaften Aktivierungen, was manuelle Eingriffe erforderte.

b) Auftreten kritischer Situationen

Im Schnitt trat alle fünf Minuten ein sicherheitskritisches Ereignis auf. Insgesamt wurden 262 Triggerereignisse dokumentiert, davon 139 auf Freilandstraßen. Häufige Ursachen für diese Situationen waren:

- **Mängel in der Querführung:** Insb in Kurven oder auf Straßen ohne klare Mittelleitlinie zeigten die Systeme deutliche Schwächen, was zu unerwünschtem Fahrbahnverlassen oder Einfahren in den Gegenverkehr führte.
- **Fehlerhafte Geschwindigkeitswahl:** Die Systeme hatten Schwierigkeiten, die Fahrgeschwindigkeit korrekt an Kurvenradien, Kreuzungen oder wechselnde Tempolimits anzupassen. Dadurch entstanden Situationen, in denen Fahrzeuglenker manuell eingreifen mussten, um Gefährdungen zu vermeiden.
- **Inkonsistentes Beschleunigungs- und Bremsverhalten:** Besonders in Situationen, in denen vorausfahrende Fahrzeuge abbogen, oder nach der Durchfahrt eines Kreisverkehrs kam es zu widersprüchlichen Beschleunigungs- und Bremsmanövern.

c) Einfluss des Human-Machine-Interface

Ein wesentliches Ergebnis der Realfahrten betraf die Gestaltung des Human-Machine-Interface. Insb die **Informationsbereitstellung über den Systemstatus** erwies sich als problematisch. So führte die kurzfristige oder verspätete Meldung über die Deaktivierung des Systems regelmäßig zu Überraschungsmomenten und damit potenziell gefährlichen Situationen. Die Ge-

staltung und Platzierung der Anzeigen (Head-Up-Display, zentrales Display oder Kombiinstrument) beeinflussten erheblich die Klarheit der Informationsaufnahme und führten zu Missverständnissen in Bezug auf die Handhabung der Systeme (Mode Confusion¹⁶).

Um die sichere und effektive Nutzung von L2-Funktionen zu gewährleisten, sind eine klare und intuitive Darstellung von Systeminformationen, insb des Systemstatus, sowie eine rechtzeitige und präzise Kommunikation zwischen System und Fahrzeuglenker entscheidend.

Driver Engagement

Das Driver Engagement der Testpersonen erwies sich als einer der entscheidenden Sicherheitsfaktoren. Die Testpersonen waren instruiert, stets aufmerksam zu bleiben, da die dauerhafte Unterstützung des Fahrzeuglenkers durch L2-Fahrfunktionen zu einer gewissen Passivität der Lenker und dadurch zu einer eingeschränkten Reaktionsfähigkeit in kritischen Situationen führen kann. Es besteht daher die Notwendigkeit der kontinuierlichen Einbindung der Fahrzeuglenker.

2. Fahrten auf dem Testgelände

Die Fahrten auf dem abgesicherten Testgelände bestätigten Schwächen der L2-Fahrfunktionen, die bereits in den Realfahrten beobachtet wurden. Besonders deutlich zeigten sich Probleme bei der **Querführung in Kurven** und bei der **Reaktion auf unerwartete Hindernisse**. Diese Defizite erforderten regelmäßige manuelle Eingriffe, um Gefährdungen zu vermeiden.

Die Bewertung der Fahrzeugführung und des Monitorings durch die Testpersonen, welche durch Beobachtende durchgeführt wurde, zeigte insgesamt bei deutlich mehr als der Hälfte der Testpersonen eine fehlerhafte bzw nicht akzeptable Bewältigung in allen drei Szenarien und bei allen drei Fahrzeugen (s Abbildung 1). Verzögerte Reaktionen und Spurabweichungen traten dabei am häufigsten auf, insb in Szenario 2 (Verlassen des Fahrstreifens in einer Linkskurve zum Fahrbahnrand). Im direkten Vergleich schnitt **Fahrzeug A** am besten, **Fahrzeug C** am schlechtesten ab. Die Unterschiede zwischen den Fahrzeugen insgesamt waren jedoch gering.

¹⁶ Bezeichnet eine Situation, in der der Fahrzeuglenker bei einem automatisierten Fahrsystem nicht mehr erkennt, in welchem Betriebsmodus (assistiertes Fahren oder manuelles Fahren) sich das System gerade befindet.

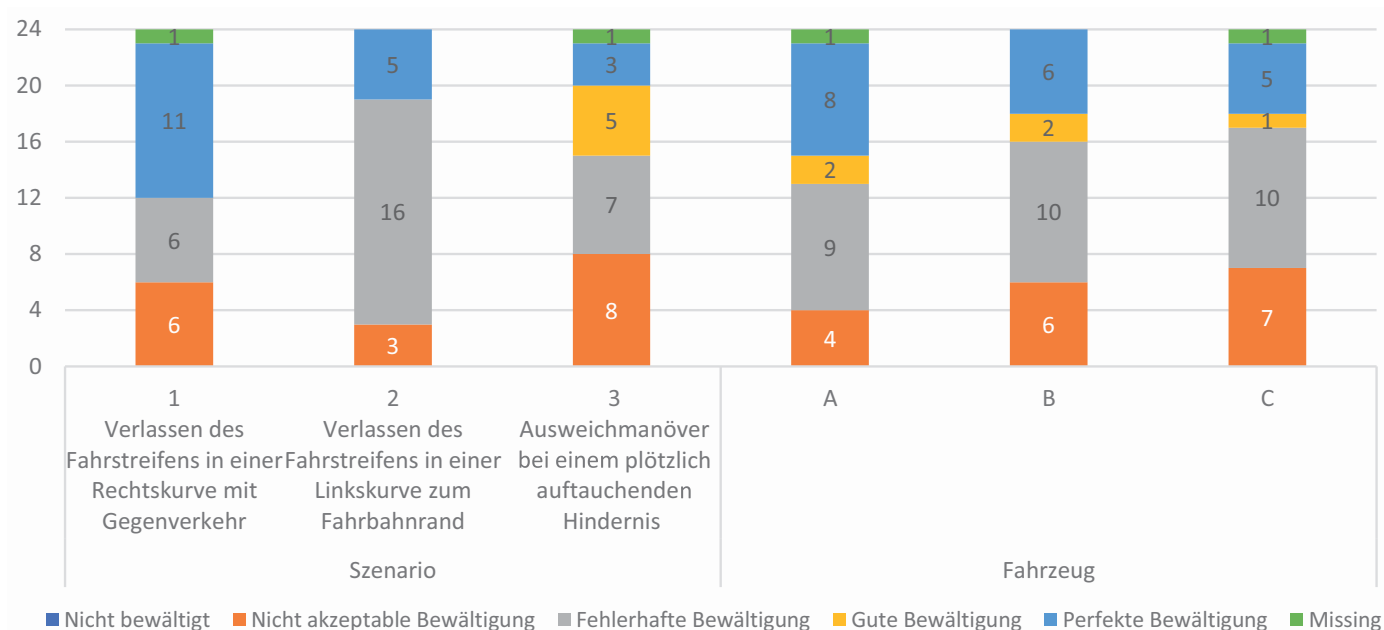


Abbildung 1: Bewertung nach Szenario und Fahrzeug (n=24)

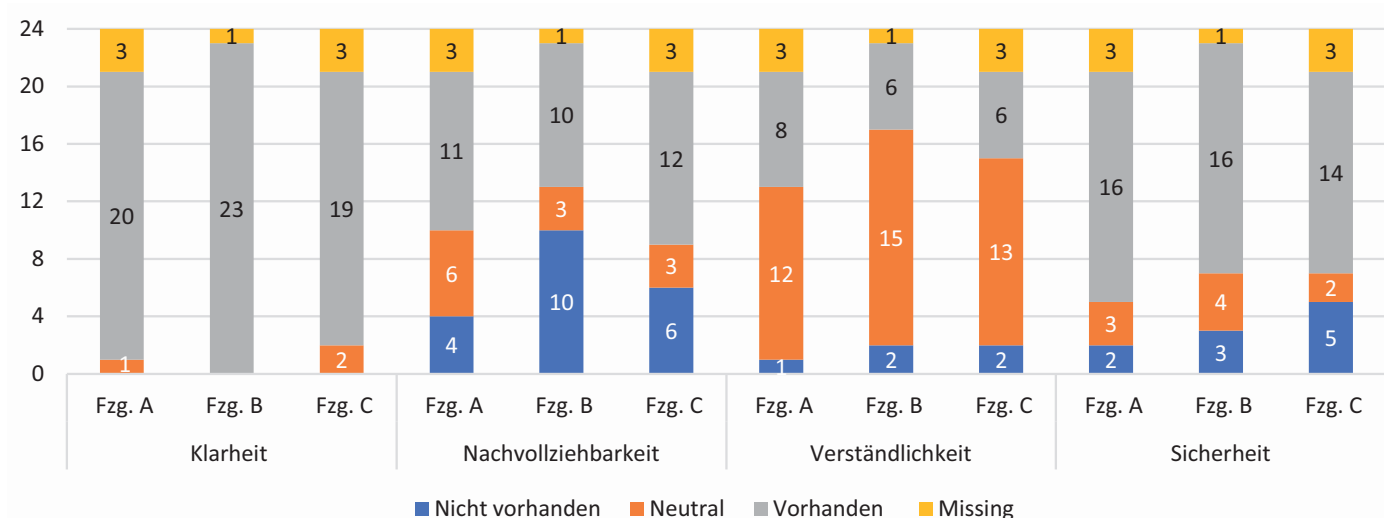


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der subjektiven Situationsbeurteilung nach Fahrzeug (Quelle: eigene Darstellung)

a) Driver Engagement

Ein zentraler Fokus der Testfahrten lag auf der Bewertung des **Driver Engagements** – der aktiven und kontinuierlichen Einbindung der Fahrzeuginsitzer in die Fahraufgabe. Die Untersuchungen zeigten, dass bei längerer Nutzung der assistierten Fahrfunktionen ein **Rückgang der Aufmerksamkeit und eine reduzierte Bereitschaft zum sofortigen Eingreifen bei den Fahrzeuginsitzern** erkennbar war. Dieses Verhalten führte in mehreren Fällen zu verzögerten Reaktionen, die das Unfallrisiko potenziell erhöhten.

Abbildung 2 illustriert die Ergebnisse hinsichtlich der wahrgenommenen Klarheit der notwendigen Handlungen in der jeweiligen Situation, der Nachvollziehbarkeit des Systemverhaltens, der Verständlichkeit der Systemausgaben sowie des empfundenen Sicherheitsgefühls, jeweils differenziert nach dem Fahrzeug.

Obwohl die Mehrheit der Testpersonen angab, in den Szenarien stets zu wissen, was zu tun sei, und sich überwiegend sicher

fühlte, wurden das **Systemverhalten** und die **Systemausgaben** nicht durchgängig als nachvollziehbar oder verständlich wahrgenommen. Besonders **Szenario 3** – das Ausweichmanöver bei einem plötzlich auftauchenden Hindernis – wurde als am kritischsten eingeschätzt.

Die Ergebnisse verdeutlichen: Eine reduzierte aktive Beteiligung der Fahrzeuginsitzer kann die Fähigkeit mindern, in Konfliktsituationen rechtzeitig und angemessen zu reagieren.

3. Zentrale Erkenntnisse

Die Auswertungen zeigen deutlich: Aktuelle L2-Fahrfunktionen sind **nicht uneingeschränkt für den Einsatz auf Freilandstraßen geeignet** – ihre Nutzung kann in der jetzigen Form nicht empfohlen werden. Insb Schwächen bei Spurhaltung und adaptiver Geschwindigkeitsregelung sowie ein geringes Driver Engage-

ment erfordern technische und gestalterische Verbesserungen. Daraus ergeben sich folgende Empfehlungen:

- **Kombination von Hands-on- und Fahrerzustandsüberwachung:** Ergänzend zur Hands-on-Überwachung wird eine Fahrerzustandsüberwachung (zB von Blick- und Kopfbewegungen) empfohlen, um frühzeitig auf eine unzureichende Aufmerksamkeit hinzuweisen.
- **Moderate Lenkunterstützung:** Zur kontinuierlichen Einbindung der Fahrzeuglenker sollte die Spurhalteunterstützung nur moderat ausfallen, um das Gefühl der Fahrverantwortung aufrechtzuerhalten.
- **Klare und einheitliche Cockpit-Anzeigen:** Deutlichere und einheitliche Symbole reduzieren Missverständnisse (Mode Confusion) und erhöhen besonders bei Fahrzeugwechseln oder Fahranfängern die Bedienfreundlichkeit.
- **Deutliche Warnungen beim Erreichen der Systemgrenzen:** Frühzeitige, klar verständliche Hinweise auf Systemgrenzen (zB bei hohen Querschleunigungen in Kurven) erhöhen das Sicherheitsgefühl und erleichtern die Systemnutzung.¹⁷
- **Vermeidung von Mode Confusion:** Eine eindeutige Kommunikation hinsichtlich der Fahrverantwortung ist wichtig, um zu verhindern, dass Fahrzeuglenker die Verantwortung unbewusst dem System zuschreiben und von kritischen Situationen überrascht werden.

Die Testfahrten bestätigten zudem die Übertragbarkeit kritischer Szenarien aus dem Realverkehr auf kontrollierte Bedingungen, was **die Validität der entwickelten Testszenarien unterstreicht**. Um zukünftig detailliertere Aussagen zum Driver Engagement zu ermöglichen, ist die Weiterentwicklung der Bewertungssystematik notwendig.

E. Zusammenfassung und Fazit

Die Ergebnisse zeigen deutlich: **L2-Fahrfunktionen sind für den Einsatz auf Freilandstraßen aktuell nicht zu empfehlen**. Zwar funktionieren sie auf gut ausgebauten Strecken zufriedenstellend, doch bestehen erhebliche Leistungsgrenzen und Sicherheitsrisiken.

Künftige Forschung sollte sich auf folgende Schwerpunkte konzentrieren:

1. **Unfallpotenzial kritischer Situationen:** Es gilt zu klären, ob die identifizierten Szenarien tatsächlich zu Unfällen führen und welche Ursachen zugrunde liegen.
2. **Weiterentwicklung der L2-Systeme (zB gemäß UN-Regelung R171):** Hierbei ist besonders das Hands-off-Fahren kritisch, da es Komfort bietet, aber die Grenze zu Level-3-Systemen verwischt – und dadurch Mode Confusion fördert. Unklarheit über die Fahrzeugkontrolle kann zu gefährlich verzögerten Reaktionen führen.¹⁸
3. **Langzeitwirkungen auf Fahrverhalten und Engagement:** Erste Studien deuten darauf hin, dass Nutzer gezielt Systemgrenzen austesten.^{19, 20} Es ist zu untersuchen, ob dies langfristig das Unfallrisiko erhöht.

Plus

ÜBER DIE AUTOR:INNEN:

E-Mail: hatun.atasayar@kfv.at; maria.scheibmayr@kfv.at; m.kuehn@gdv.de; j.bende@gdv.de; j.zimmermann@bfu.ch

LITERATUR:

- Riccabona-Zecha/Atasayar, Die Lizenz zum Testen. Ein neuer Ansatz für das Bewilligen von Testfahrten von Fahrzeugen mit automatisierten Systemen auf Österreichs Straßen, ZVR 2023/119
- Atasayar/Deublein/Riccabona-Zecha/Schneider, Wie zuverlässig schützen Notbremsassistenten ungeschützte Verkehrsteilnehmer, ZVR 2022/120
- Mellauner/Fleischer/Kaiser/Soteropoulos/Schneider, Vorrangverletzungen im Straßenverkehr in Österreich - Verbreitung, Betroffenheit und Einflussfaktoren, ZVR 2024/53
- Fleischer/Mellauner/Soteropoulos, Sterne für Radinfrastruktur – Sicherheitsbewertung und Verbesserung der Radinfrastruktur des europäischen Radroutennetzes EuroVelo, ZVR 2023/52
- Fleischer/Schneider/Soteropoulos, Unfälle mit Baumkollisionen im Straßenverkehr in Österreich – Analyse des Unfallgeschehens, Vor-Ort-Erhebung von Unfallbereichen und Maßnahmen, ZVR 2023/177

LINK

KFV – Sicher Leben, Band 43. Assistierte Fahrfunktionen auf Landstraßen: Eignung, Entwicklung repräsentativer Testszenarien und Bewertung des Fahrverhaltens (2025), <https://www.kfv.at/assistierte-fahrfunktionen-auf-landstrassen>

¹⁷ Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu/Kuratorium für Verkehrssicherheit KFV/Unfallforschung der Versicherer UDV, Technische Aspekte des automatisierten Fahrens und Verkehrssicherheit: Gemeinsames Positionspapier, Unfallforschung kompakt 2018/84.

¹⁸ Unfallforschung der Versicherer, Erhöht automatisiertes Fahren die Sicherheit? Unfallforschung kompakt 2018/78; Unfallforschung der Versicherer, Hochautomatisiertes Fahren im Mischverkehr auf der Autobahn, Unfallforschung kompakt 2020/100.

¹⁹ Reagan/Cicchino/Teoh et al, Rinse and repeat: behavior change associated with using partial automation among three samples of drivers during a 4-week field trial (2024).

²⁰ Mueller/Gershon/Haus et al, Finding windows of opportunity: how drivers adapt to partial automation safeguards over time (2025).