



Technische Aspekte des automatisierten Fahrens und Verkehrssicherheit

Unfallforschung kompakt

Inhalt

Zum Geleit	5
Partner	6
Gemeinsames Positionspapier	7
Einleitung	9
Stand der Wissenschaft	9
Position	10
Bewertungsansatz	10

Zum Geleit

Sehr geehrte Damen und Herren,

nachdem mit dem Automatisierten Fahren anfangs nur positive Annahmen verbunden waren, wie z.B. keine Verkehrsunfälle mehr, Optimierung der Verkehrsströme, Aufgabenerledigung beim Fahren, kehrt nun langsam Realismus in die Debatte ein: Was wird eine automatisierte Fahrfunktion können, mit welcher Zuverlässigkeit wird sie agieren, in welchen Etappen wird die neue Technik Einzug halten? Diese und weitere Fragen müssten eigentlich beantwortet werden, bevor die Fahrzeuge auf den Markt kommen.

Tatsächlich beobachten wir aber, dass die Grenzen verschwimmen zwischen assistierten Fahrfunktionen, bei denen der Fahrer noch alle Handlungen steuert, teilautomatisierten Fahrfunktionen, bei denen der Fahrer noch eine überwachende Funktion hat, und hochautomatisierten Fahrfunktionen, bei denen der Fahrer zwar Nebentätigkeiten ausführen kann, aber bei Bedarf die Fahraufgabe übernehmen muss. Die Technik übernimmt hier die Fahraufgabe und gibt sie bei Überschreiten technischer Grenzen an den Fahrer zurück, ohne dass dieser vorhersehen kann, wann das passiert. Unter anderem deshalb ist die Ausgestaltung dieser sogenannten Mensch-Maschine-Schnittstelle von enormer Bedeutung und sollte klaren, einheitlichen Regeln folgen.

Die in Deutschland, Österreich und der Schweiz tätigen Verkehrssicherheitsinstitutionen UDV, KfV und bfu sind besorgt, dass solche Fahrzeugfunktionen den Nutzer überfordern und damit statt zu mehr, zu weniger Verkehrssicherheit führen. Wir brauchen deshalb rasch ein Bewertungsverfahren, das dem Verbraucher aufzeigt, zu welcher Kategorie eine Fahrzeugfunktion gehört und ob die mit der Automatisierung verbundenen Probleme sicher beherrscht werden. Mit diesem Positionspapier zeigen wir die grundsätzlichen technischen Aspekte auf und schlagen, in Anlehnung an einen Beitrag des britischen Testinstituts „Thatcham Research“, notwendige Systemmerkmale vor.

Dr. Othmar Thann
Geschäftsführer
Kuratorium für Verkehrssicherheit (KfV)

Dr. Stefan Siegrist
Stellvertretender Direktor
bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung

Siegfried Brockmann
Leiter Unfallforschung der Versicherer (UDV)

Partner



Das **Kuratorium für Verkehrssicherheit (KFV)** wurde 1959 als unabhängiger Verein gegründet und setzt sich seit mehr als 50 Jahren für Unfallverhütung und die Erhöhung der Sicherheit in Österreich ein. Dabei stehen heute die körperliche und die sachliche Unversehrtheit des Menschen im Mittelpunkt der Tätigkeiten. Die Tätigkeitsbereiche des KFV umfassen die Präventionsgebiete Unfallprävention im Straßenverkehr sowie Haushalts-, Freizeit- bzw. Sportunfälle und Eigentumsschutz.



Die **Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu)** setzt sich im öffentlichen Auftrag für die Sicherheit ein. Als Kompetenzzentrum für Unfallprävention forscht sie in den Bereichen Strassenverkehr, Sport sowie Haus und Freizeit und gibt ihr Wissen durch Beratungen, Ausbildungen und Kommunikation an Privatpersonen und Fachkreise weiter. Zudem koordiniert sie Bestrebungen von Organisationen mit ähnlicher Zielsetzung. Sie wurde 1938 gegründet und hat ihren Hauptsitz in Bern.



Die **Unfallforschung der Versicherer (UDV)** im Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) forscht und berät seit über 50 Jahren im Dienste der Verbesserung der Sicherheit und der Unfallvermeidung auf Deutschlands Straßen. Sie ist gleichzeitig einer der größten Auftraggeber für universitäre und außeruniversitäre Verkehrssicherheitsforschung. Die UDV pflegt den Austausch mit anderen, in der Verkehrssicherheitsarbeit tätigen, Institutionen. Die deutschen Versicherer bekennen sich damit ausdrücklich zu ihrer gesellschaftlichen Verantwortung für die Verkehrssicherheit.

GEMEINSAMES POSITIONSPAPIER

Technische Aspekte des automatisierten Fahrens und Verkehrssicherheit

von der Schweizerischen Beratungsstelle für Unfallver-
hütung (bfu), dem Kuratorium für Verkehrssicherheit (KFV)
und der Unfallforschung der Versicherer (UDV)

Einleitung

Automatisiertes Fahren wird als Zukunft der Mobilität gesehen. Es wird erwartet, dass dadurch die Leistungsfähigkeit des Verkehrs gesteigert und die Zahl der Straßenverkehrstopfer reduziert sowie Emissionen und Staus zurückgehen werden. Dies wird mehr ein schrittweiser Übergangsprozess als ein schneller Wandel sein.

Die neue Technologie wird dabei sowohl im Pkw als auch im Nutzfahrzeug Einzug halten. Nach jetzigem Stand der Technik würde es sich bei den Fahrzeugen um teil- [Level 2] oder hochautomatisierte [Level 3] Fahrzeuge nach SAE J 3016-Definition handeln, deren automatisierte Fahrfunktion typischerweise nur auf Autobahnen aktiv ist. Mit der Weiterentwicklung der Technologie werden Fahrzeuge mit Fahrfunktionen höherer Automatisierungsstufen schrittweise marktreif.

In naher Zukunft ist mit den Entwicklungsstufen des teil- und hochautomatisierten Fahrens eine Kontrolle durch den Fahrer und sein jederzeitiges Eingreifen in Problemsituationen vorgesehen. Diese Kontrolle soll er schaffen, obwohl zumindest die Gefahr besteht, dass ihm die Grenzen der Funktionalität nicht bekannt sind und diese sich auch von Fahrzeug zu Fahrzeug unterscheiden. Die Fahrer werden klar verstehen müssen, was ihre Fahrzeuge leisten können und wo ihre Verantwortung liegt. Hier muss der Hersteller durch geeignete technische Maßnahmen sicherstellen, dass der Fahrer die Grenzen der Funktionalität verstehen und einhalten kann.

Gemäß heutiger Kenntnis und Prognose wird der Verkehr in absehbarer Zukunft durch das Nebeneinander von Fahrzeugen unterschiedlicher Automatisierungsgrade und manuell gesteuerter Fahrzeuge geprägt sein. Diese Entwicklung betrifft sowohl Pkw als auch Nutzfahrzeuge. Es ist noch ungeklärt, ob dieses Nebeneinander zusätzliche Risiken für die Verkehrssicherheit bedeutet. Zusätzliche Forschung ist dazu erforderlich.

Stand der Wissenschaft

Inzwischen sind erste Fahrzeuge erhältlich, mit denen teilautomatisiert gefahren werden kann. Der Fahrer muss hier während der Aktivierung der Funktion aufmerksam sein und das System ständig überwachen. Langjährige Forschung in verschiedenen Disziplinen hat gezeigt, dass Menschen derartige Überwachungsaufgaben nicht fehlerfrei ausführen können. Daraus könnten neue Unfallmuster mit Beteiligung dieser Fahrzeuge resultieren.

In den nächsten Jahren werden Systeme verfügbar sein, die für bestimmte Zeiträume selbständig fahren, aber wiederum nur ausgewählte Situationen bewältigen können. Man bezeichnet dies als hochautomatisiertes Fahren. Hier muss der Fahrer das Fahrzeug zwar nicht mehr die ganze Zeit überwachen, aber bei Erreichen der Systemgrenzen nach Aufforderung eingreifen.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Gespräche zu einer UNECE-Regelung über den technischen Standard teilautomatisierter Systeme soll der Fahrer für die sichere Übernahme der Fahraufgabe gegebenenfalls nur vier Sekunden Zeit erhalten. Neueste Forschungsergebnisse der TU Braunschweig zeigen allerdings, dass ein ausgeschlafener Fahrer, wenn er eine beanspruchende Nebenaufgabe ausführt, selbst nach einer kurzen Fahrstrecke mit einem hochautomatisierten System rund acht Sekunden braucht, um das Fahrzeug zu übernehmen und rund 14 Sekunden, um wieder die volle Situationskontrolle zu erlangen (erster Blick in den Rückspiegel und auf den Tacho). Bei einem müden Fahrer gilt Vergleichbares bereits ohne Nebenaufgabe. Zudem zeigt eine weitere Studie der TU Braunschweig, dass Fahrer im hochautomatisierten Modus deutlich schneller ermüden und deshalb eine automatisierte Fahrt (Level 2- und Level 3-Systeme) nicht zu empfehlen ist, die länger als 15 Minuten dauert, wenn der Fahrer kurzfristig die Fahraufgabe übernehmen soll.

Position

Vollautomatisiert und autonom fahrende Fahrzeuge können ein großer Gewinn für die Verkehrssicherheit sein, wenn sie fehlerfrei unter allen Bedingungen in ihrem Auslegungsbereich funktionieren. Bis diese Systeme auf den Markt kommen, sollte der Fahrer in manuell gesteuerten Fahrzeugen durch immer besser werdende Assistenzsysteme bei der Fahraufgabe unterstützt werden. Automatisierte Systeme, die eine Überwachung durch den Fahrer erfordern oder ihn als Rückfallebene vorsehen, sollten nur dann eine Typgenehmigung erhalten, wenn sie die in Tabelle 1 genannten Voraussetzungen erfüllen. Sie können jedoch für professionelle Testfahrer zur Erprobung im öffentlichen Straßenverkehr freigegeben werden.

- Teilautomatisierte Funktionen [Level 2] sollten klar als Fahrerassistenzsysteme ausgelegt und bezeichnet werden. Denn sie müssen vom Fahrer kontinuierlich überwacht und gegebenenfalls korrigiert werden. Diese Systeme müssen so ausgelegt sein, dass der Fahrer sich seiner Überwachungsfunktion jederzeit bewusst ist und die Systemfunktionalität ihm auch keine andere Wahl lässt. Deshalb sollten die technischen Festlegungen in der UNECE R79 dahingehend nachgeschärft werden, dass Anforderungen an teilautomatisierte Systeme denen von Fahrerassistenzsystemen ähneln, u.a. Zeitspannen ohne aktiven Fahrereingriff deutlich verkürzt werden.
- Hochautomatisierte Fahrzeuge [Level 3], die den Fahrer als Rückfallebene bei Erreichen der Systemgrenzen vorsehen, geben für die Übernahme der Fahraufgabe möglicherweise nicht genügend Zeit. Vor dem Hintergrund aktueller Forschung ist es wahrscheinlich, dass diese Funktionen ein Verkehrssicherheitsrisiko darstellen können, wenn der Fahrer die Systemgrenzen nicht versteht. Deshalb sollten die technischen Festlegungen dahingehend angehoben werden, dass sie den Anforderungen an vollautomatisierte Systeme ähneln.

- Assistiertes Fahren in immer höherer Güte mit der klaren Verantwortung beim Mensch als Fahrer stellt somit den sinnvollsten Schritt aus Sicht der Verkehrssicherheit für die Zeit bis zum vollautomatisierten oder autonomen Fahren dar. Bisherige Fahrerassistenzsysteme sind so weiter zu entwickeln, dass sie den menschlichen Fahrer bei seiner Fahraufgabe effektiv, klar und verständlich unterstützen, insbesondere dann, wenn er einen Fehler gemacht hat oder dabei ist, einen Fehler zu machen. Die Herausforderung für die Fahrer ist es jedoch, dass eine weiterentwickelte Assistenz zunehmend der Automatisierung ähnelt. Es ist daher wichtig, das Fahrerverständnis über die Systemfähigkeiten zu stärken.
- Automatisierte Fahrzeuge sollten im öffentlichen Straßenverkehr nur zur Anwendung kommen, wenn sie nicht unsicherer sind, als entsprechende, mit Fahrerassistenzsystemen ausgerüstete Fahrzeuge. Der Sicherheitsnachweis soll mit Hilfe eines transparenten Verfahrens, das auch numerische Methoden beinhalten kann, nachvollziehbar dargelegt werden.

Bewertungsansatz

Ausgehend von einer klaren Positionierung sollen im Folgenden Anforderungen an konkrete verkehrssicherheitsrelevante Aspekte von Systemen, die den Fahrer in der Verantwortung lassen, im Gegensatz zu automatisierten Systemen beschrieben werden.

.....
Klare Definitionen: Anforderungen an assistierte und automatisierte Fahrzeuge
.....

Die Anwendung von Leitlinien zur Funktionsweise von Systemen bietet Klarheit rund um die vom System geweckten Erwartungen und differenziert deren Leistungsfähigkeit, um eine Verwirrung des Fahrers zu vermeiden.

Bewertungsansatz

Die Kriterien für assistierte und automatisierte Fahrfunktionen listen zehn bewährte Eigenschaften auf, die eine Kombination darstellen aus: Bedingungen aus dem Systembegriff, Merkmalen zur Leistungsbestimmung und zum Risiko, bewährtem Vorgehen zur Erhöhung der Sicherheit der Systeme und Merkmalen, die assistierte und auto-

matisierte Fahrfunktionen identifizieren und voneinander unterscheidbar machen. Für automatisiertes Fahren sollten diese Kategorien als verpflichtend angesehen werden, für assistiertes Fahren sollten sie als bewährtes Vorgehen betrachtet werden, um eine sichere Nutzung zu fördern.

Tab. 1: Schlüsselmerkmale für assistierte und automatisierte Fahrfunktionen

	Manuell / Assistiert	Automatisiert
① Benennung	Der Name oder die Beschreibung des Systems muss eindeutig sein und deutlich die Systemfunktionalität beschreiben. Er darf in keiner Weise eine Automatisierung der Funktion unterstellen.	Der Name oder die Beschreibung des Systems muss eindeutig sein und deutlich die Systemfunktionalität beschreiben und den Begriff „automatisiert“ beinhalten.
② Gesetzestreu	Das Fahrzeugverhalten muss der Straßenverkehrsordnung entsprechen.	Während des Betriebes muss sich das System an die lokalen Verkehrsgesetze halten, einschließlich die angezeigten Geschwindigkeiten befolgen und den Sicherheitsabstand zum Vorausfahrenden einhalten. Das Fahrzeugverhalten muss der Straßenverkehrsordnung entsprechen.
③ Ortsgenau		Jede Funktion darf nur örtlich begrenzt wirken, um den Betrieb entsprechend des Auslegungsbereiches sicherzustellen und den Fahrer über die Verfügbarkeit informieren.
④ Klare Übergabe	Der Status der Fahrfunktion, manuell oder assistiert, muss klar und eindeutig sein, mit klaren Kontrollübergängen. Das System muss durch das kontinuierliche Überwachen der Systemfunktion sicherstellen, dass der Fahrer die Fahraufgabe wahrnimmt.	Die Übergabe zum Fahrer und zurück zum System muss einem Prozess folgen, bei dem das System seine Verfügbarkeit anzeigt und der Fahrer die Übernahme bestätigen muss und umgekehrt. Dies setzt voraus, dass das System genügend „Sicht voraus“ hat, um im Fall einer fehlgeschlagenen Übergabe durch das System an den Fahrer sicher halten zu können (siehe 7).
⑤ Sicheres Fahren	Der Fahrer muss klar und deutlich auf seine Verantwortung zum sicheren Fahren hingewiesen werden und auf seine Verantwortung für vorhersehbare Verkehrssituationen innerhalb des Auslegungsbereiches, die das System nicht sicher bewältigen kann.	Wenn sich das System im automatisierten Modus befindet, muss das Fahrzeug in der Lage sein, alle im Umfeld des Auslegungsbereiches auftretenden und realistisch annehmbaren Situationen zu bewältigen.



Bewertungsansatz

	Manuell / Assiiert	Automatisiert
<p>⑥a</p> <p>Vermeidung von Fehlgebrauch</p>	<p>Das Fahrzeug muss erkennen, ob der Fahrer das System falsch benutzt und Vorkehrungen zur Vermeidung treffen. Eine Missachtung von Warnungen sollte zur Deaktivierung des Systems führen. Kontinuierlicher Fehlgebrauch muss zum Abschalten des Systems führen bis zum nächsten Start des Fahrzeugs.</p>	<p>Das Fahrzeug muss erkennen, ob der Fahrer das System falsch benutzt und Vorkehrungen zur Vermeidung treffen.</p>
<p>⑥b</p> <p>Unerwartete Übergabe</p>	/	<p>Falls das automatisierte Fahrzeug eine Situation erkennt, die zum Beginn der automatisierten Fahrt nicht vorhersehbar war (z.B. widriges Wetter) und dies zu einer früher als geplanten Übergabe an den Fahrer führt, muss eine geeignete und angemessene Benachrichtigung erfolgen.</p>
<p>⑦</p> <p>Sicherer Halt</p>	/	<p>Falls der Fahrer nicht auf eine Übernahmeaufforderung reagiert, muss das Fahrzeug ein „Sicherer-Halt-Manöver“ ausführen und zu einem sicheren Ort steuern, der dem Auslegungsbereich und den Verkehrsbedingungen angemessen ist.</p>
<p>⑧</p> <p>Notfalleingriff</p>	/	<p>Falls das Fahrzeug eine plötzliche unvorhergesehene gefährliche Situation detektiert, muss das System ein risikominimierendes Manöver ausführen, um eine Kollision abzumildern oder zu vermeiden.</p>
<p>⑨</p> <p>Ersatzsysteme</p>	/	<p>Das System muss im Falle eines Fehlers genügend Redundanzen besitzen, um entweder im automatisierten Modus weiterzufahren oder eine geplante Übergabe an den Fahrer zu ermöglichen. Jeder Fehler muss dem Fahrer angezeigt werden und - wenn angemessen- die Nutzung des Systems unterbunden oder eingeschränkt werden, bis der Fehler behoben ist. Laut Definition muss das System eigendiagnosefähig sein, um Fehler zu erkennen. Ergänzend muss das System selbstkalibrierend sein.</p>
<p>⑩</p> <p>Unfalldaten</p>	/	<p>Daten zur Unfallaufklärung müssen im Falle einer Kollision aufgezeichnet werden und gleichberechtigt Herstellern und berechtigten Dritten zur Verfügung gestellt werden. So sind Fragen zum Status des automatisierten Systems, zum Umfang der Fahrereingaben und Haftung schnell und unabhängig bewertbar.</p>

.....
 Klarheit im Auslegungsbereich

In der unten stehenden Tabelle sind die vier Auslegungsbereiche dargestellt, in denen ein oder mehrere der Automatisierungsmodi assistierter und automatisierter Fahrzeuge arbeiten können. Diese wurden nach dem Prinzip entwickelt, dass das Fahrzeug in einer Weise gesteuert werden sollte, dass es im Auslegungsbereich unter Einhaltung der geltenden Regeln sicher fährt.

Die Systeme eines Fahrzeugs, das innerhalb der Auslegungsbereiche als automatisiert angesehen werden soll, müssen in der Lage sein, alle beschriebenen Fahrfunktionen innerhalb des Auslegungsbereiches auszuführen und über den gesamten Geschwindigkeitsbereich zu funktionieren. Assistierte Fahrfunktionen können möglicherweise nur einen Teil der Funktionen abdecken. Für diesen Fall sollte der Hersteller eine präzise Beschreibung dieser Funktionen und der Teilbereiche, in denen das System arbeitet, bereitstellen und sicherstellen, dass das System nur innerhalb dieses Teilbereiches aktiviert werden kann.

Tab. 2: Auslegungsbereiche

Definition der Auslegungsbereiche für automatisiertes Fahren	
Parken	Innerhalb eines überwachten Bereichs ist das System in der Lage, das Fahrzeug mit niedriger Geschwindigkeit selbstständig zu manövrieren, einschließlich sicheres Manövrieren in und aus Parklücken ohne anwesendem Fahrer.
Stadt	Das System soll das Fahrzeug innerhalb der typischen Stadtgeschwindigkeit (<60km/h) kontrollieren und in der Lage sein, typische Fahrmanöver in der Stadt auszuführen und Konflikte an Kreuzungen, Kreisverkehren, Lichtsignalanlagen sowie mit Fußgängern, Radfahrern, Fahrern von motorisierten Zweirädern und sonstige komplexe ungewöhnliche Verkehrsverhältnisse sicher zu bewältigen.
Außerorts	Das System soll das Fahrzeug innerhalb der typischen Landstraßengeschwindigkeiten (<110 km/h) kontrollieren und in der Lage sein, typische Fahrmanöver außerorts auszuführen und Konflikte an Kreuzungen, Kreisverkehren, Lichtsignalanlagen sowie mit Fußgängern, Radfahrern, Fahrern von motorisierten Zweirädern und sonstige ungewöhnliche ländliche und städtische Verkehrsverhältnisse sicher zu bewältigen.
Autobahn	Das System soll das Fahrzeug innerhalb des für eine Autobahn typischen Geschwindigkeitsbereiches bis zu 130km/h kontrollieren und seitliche automatisierte Spurwechsel und Überholen beinhalten.

Bewertungsansatz

Klarheit über Unfalldaten

Es ist wesentlich, dass autorisierte Dritte Zugang zu genügend Daten bekommen, um den Hergang und die Verantwortlichkeiten möglichst genau ermitteln zu können. Der Datenumfang sollte aus Sicht der Verkehrssicherheit beinhalten:

- GPS-Ereignis: Zeitstempel
- GPS-Ereignis: Örtlichkeit
- Automatisierter Status – an oder aus
- Automatisierter Modus – Parken oder Fahren
- Automatisierter Übergang: Zeitstempel
- Aufzeichnung des Fahrereingriffs: Lenken, bremsen, beschleunigen, blinken
- Zeit seit letztem Fahrereingriff
- Fahrersitzbelegung
- Fahrergurt geschlossen

Ein Standard für Datenaufzeichnung und Datenzugriffsrechte ist zu entwickeln.

Einstufung und Bewertung assistierter und automatisierter Fahrzeuge

Zur Risikoeinstufung und um das von diesen neuen Fahrzeugen ausgehende Risiko besser zu verstehen, sollten Tests festgelegt werden, die die Leistungsfähigkeit der Systeme anhand der 10 Schlüsselkriterien gemäß Tabelle 1 bewerten. Die Ergebnisse dieser Tests sollen der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.



Gesamtverband der Deutschen
Versicherungswirtschaft e.V.

Wilhelmstraße 43/43 G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Telefon 030 . 20 20 - 58 21
Fax 030 . 20 20 - 66 33

unfallforschung@gdv.de
www.udv.de
www.gdv.de

Facebook: facebook.com/unfallforschung
Twitter: [@unfallforschung](https://twitter.com/unfallforschung)
YouTube: youtube.com/unfallforschung
Instagram: instagram.com/udv_unfallforschung

Redaktion:
Siegfried Brockmann, Dr. Matthias Kühn

Gestaltung:
pensiero KG, www.pensiero.eu

Bildquellen:
Titelbild: ©Uli-B - stock.adobe.com

Erschienen: 10/2018



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Wilhelmstraße 43 / 43G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Tel.: 030/20 20 - 50 00, Fax: 030/20 20 - 60 00
www.gdv.de, www.udv.de