

Hochautomatisiertes oder autonomes Fahren als wünschenswerte Zukunftsvision? Offene Fragen mit Blick auf die Mensch-Maschine-Interaktion

Wolfgang Fastenmeier, Bernhard Schlag, Jörg Kubitzki,
Ralf Risser, Herbert Gсталter

INFOS - POSITIONEN - EMPFEHLUNGEN

03/2016

Autonomes Fahren als wünschenswerte Zukunftsvision?

Wenn es nach Medien und Automobilindustrie geht, dann ist die Zukunft der Mobilität klar: Bald werden wir alle zeitunglesend oder mit dem Tablet hantierend hinter oder neben dem Joystick sitzen und uns von hoch- oder gar vollautomatisierten Fahrzeugen in die Arbeit, zur Freizeitbeschäftigung oder in den Urlaub fahren lassen. Die vorgestellte Übernahme menschlicher Aufgaben hin zu einem technischen System wird mitunter geradezu euphorisch begrüßt und gilt als selbstverständlich umzusetzende Aufgabe, da damit – so die gängige Vorstellung – der störende menschliche Faktor ausgeschaltet würde und endlich Unfallfreiheit erreicht wäre. Doch die Hochautomation der Verkehrswelt ist nicht primär Sicherheitstechnologie, sondern legitimiert sich aus wirtschaftlichen und industriepolitischen Zielsetzungen. Grenzen und Risiken, die mit der Einführung solcher Systeme verbunden sind, werden eher selten thematisiert, der „Faktor Mensch“ scheint keine Rolle zu spielen. Völlig außer Acht bleibt auch die Akzeptanz durch die Fahrer: Wer will überhaupt autonom gefahren werden? Bis dato liegen jedenfalls klare Hinweise darauf vor, dass kaum ein Fahrer von dieser Zukunftsvision begeistert ist [1] [2].

Die Anforderungen an den Menschen in der Interaktion mit hochautomatisierten Systemen sowie seine Erwartungen an solche Systeme müssen differenziert betrachtet werden, denn dem menschlichen Faktor und damit der Verkehrspsychologie wird für das Funktionieren des Verkehrs dabei eine Schlüsselrolle zukommen.

Assistenz und Automatisierung

Zunächst erscheint eine begriffliche Abgrenzung notwendig:

Fahrerassistenzsysteme (FAS) greifen in den konventionellen Regelkreis Fahrer-Fahrzeug-Situation ein, in dem sie Informationen aus Fahrumgebung und Fahrzeug erfassen, die Fahrsituation bewerten, das Sollverhalten des Fahrzeugs bestimmen und einen Vergleich mit den vom Fahrer eingeleiteten Fahrmanövern durchführen. Das FAS ist demnach ein zusätzlicher Bestandteil des Regelkreises, der Fahrer bleibt in diesem Regelkreis aktiv („in-the-loop“), indem er z.B. das Gaspedal aktiv bedient, seine Wunschgeschwindigkeit einstellt und lenkt.

Ein *automatisch agierendes und intervenierendes System* führt demgegenüber zu einer drastischen Veränderung des Regelkreises: In hochautomatisierten Systemen müsste der Fahrer das System nicht mehr dauerhaft überwachen, das Fahrzeug übernehme Längs- und Querführung (für eine gewisse Zeit und/oder in spezifischen Situationen) und Systemgrenzen würden alle vom System erkannt; der Fahrer hätte ausreichende Zeit zur Übernahme. Allerdings ist bislang offen, worin die Anforderungen an den Fahrer bestehen, da als „System“ ausdrücklich nicht die gesamte Fahraufgabe oder Verkehrssituation benannt ist, die Hersteller vielmehr eine sog. ›Grundaufmerksamkeit‹ vom Fahrer fordern. Wann und unter welchen Umständen Fahrer mit nicht geplanter Übernahme zu rechnen haben, ist unklar, sie müssen somit jederzeit damit rechnen.

In *vollautomatisierten Systemen* übernimmt das Fahrzeug die Längs- und Querführung vollständig in einem definierten Anwendungsfall, der Fahrer müsste dabei nicht einmal mehr überwachen. Da also das System die vollständige Kontrolle jeder Fahrtätigkeit in allen Situationen und allen Geschwindigkeiten übernimmt, den Fahrer somit „ignoriert“, fällt der Fahrer aus dem Regelkreis heraus („out-of-the-loop“), der Mensch wird als Fahrzeugführer nicht mehr benötigt.

Aus psychologischer Perspektive besteht also zwischen assistiertem und autonomem Fahren kein linearer Übergang, sondern ein Gegensatz: das Mensch-Maschine-Verhältnis wird umgekehrt, die Maschine wird zum Fahrzeugführer [3]; anders ausgedrückt: Der Fahrer ist nicht mehr Fahrer, sondern wird zum Fahrgast.

Ist Technik besser als der Mensch?

Bestrebungen zur Automatisierung des Autofahrens erscheinen auf den ersten Blick sehr naheliegend, da technische Systeme hinsichtlich Sicherheit und Effizienz in der Regel Vorteile gegenüber dem durchschnittlichen Fahrer zu besitzen scheinen. Um also Unzulänglichkeiten oder gar Fehler des Fahrers zu vermeiden - so wird häufig gefolgert - müsste man nur den Fahrer durch entsprechende technische Systeme „ersetzen“. Das Führen eines Fahrzeuges ist eine komplexe Aufgabe. Angesichts der großen Anzahl von Unfällen im Straßenverkehr könnte man leicht dazu verleitet werden, den Fahrer als „die Unfallursache“ bzw. als „das schwächste Glied“ des Mensch-Maschine-Systems in das Zentrum der Überlegungen zur Erhöhung der aktiven Sicherheit zu stellen. Und es scheint überall Allgemeingut zu sein, dass die Unfallursache „menschliches Versagen“ weit schwerer wiegt als die Unfallursache „technisches Versagen“. Unbestritten stellen Fahrerfehler den Löwenanteil aller polizeilich registrierten Unfallursachen, doch sie erklären sich nur aus der Wechselwirkung im Gesamtsystem Mensch-Fahrzeug-Umwelt.

So wird der Anteil sog. menschlichen Fehlverhaltens umstandslos und zwangsläufig als dominanter Faktor betrachtet, da immer noch einem „Schuldigen“ gesucht wird

(aufgrund von Rechts- und Haftungsfragen), aber die Wechselwirkung menschlicher Fehler und technischer, ergonomischer Defizite sowie der Beitrag des Menschen an der Unfallvermeidung bleiben fast völlig außer Betracht [4].

Ob Automatisierung und in der Folge eine veränderte Aufgabenteilung zwischen Fahrer und Fahrzeug quasi „automatisch“ das Sicherheitsproblem im Straßenverkehr lösen bzw. eine sinnvolle Maßnahme zur Erhöhung der aktiven Sicherheit darstellen, erscheint mehr als zweifelhaft. Denn zum einen ist die Handlungszuverlässigkeit des Fahrers im Straßenverkehr weit höher anzusiedeln, als es der oben angeführte Vergleich zwischen den Unfallursachen „menschliches Versagen“ und „technisches Versagen“ nahelegt. Statistisch gesehen ist nämlich der Unfall ein seltenes Ereignis: Ein Fahrer hat im Durchschnitt etwa alle 150.000- 300.000 km einen Bagatellunfall und ca. alle 90 Millionen km einen Unfall mit einem tödlich Verletzten. Berücksichtigt man weiter, dass pro gefahrenem Kilometer durchschnittlich 125 Beobachtungen gemacht und 12 Entscheidungen getroffen werden, dann ergibt sich aus diesen Zahlen, dass es nach ca. 10 Mrd. Beobachtungen und 1 Mrd. Entscheidungen zu einer Fehlentscheidung kommt, die zu einem tödlichen Unfall führt [5]. Diese Berechnung bezieht sich allerdings auch wieder lediglich auf das Systemelement „Fahrer“ und vernachlässigt das Gesamtsystem, das als fehlertolerantes System bezeichnet werden kann: Auch Fahrer, die Fehler anderer Fahrer kompensieren, ein guter Ausbauzustand der Verkehrswege, gute passive und aktive Sicherheitstechnik im Fahrzeug tragen insgesamt dazu bei, die Zuverlässigkeit des Systems Fahrer-Fahrzeug-Umgebung zu erhöhen. Dennoch sollte aus dem Rechenbeispiel klar geworden sein: Es bedürfte eines erheblichen Aufwands, um die Zuverlässigkeitswerte des Fahrers im Straßenverkehr mit technischen Komponenten zu übertreffen. Ob das zu erreichen ist, müssen autonome Fahrzeuge erst noch nachweisen.

Fahren als leicht zu ersetzende sensomotorische Aufgabe?

Im Rahmen der Entwicklung und Erprobung automatisierter Fahrzeugsysteme wird mit Recht der Fahrer als entscheidende Komponente im System Fahrer-Fahrzeug-Straße betrachtet, denn Veränderungen im Teilsystem Fahrzeug müssen sorgfältig auf ihre Rückwirkungen auf andere Teilsysteme, vor allem auf den Fahrer, beurteilt werden. Der Einsatz wirksamer Automatisierung setzt also eine genaue Analyse der Anforderungen an das Verhalten des Fahrers und der Prozesse der Verarbeitung von Informationen durch den Fahrer voraus – im Rahmen der vorfindbaren Bedingungen des situativen Umfeldes bzw. seiner Fahraufgaben.

Wer sich je mit Fahraufgaben- und Anforderungsanalysen beschäftigt hat, wird bald verstehen, warum das Autofahren unter allen Formen der Verkehrsbeteiligung als die komplexeste Aufgabe mit den höchsten Anforderungen an die psychomentele und psychomotorische Leistungsfähigkeit gilt. Zerlegt man – in Analogie zu industriellen und handwerklichen Arbeitstätigkeiten – die Fahrtätigkeit in einzelne, aufeinander folgende Aufgaben und definiert einen korrespondierenden Ausschnitt aus dem Systemvollzug, zeigt sich eine enorme Varianz der Aufgabenkomplexität innerhalb einer Fahraufgabe.

Betrachten wir ein alltägliches Beispiel aus dem Längsverkehr [6]: Der Fahrer muss vom linken Fahrstreifen nach rechts wechseln, um von dort in die Einfädelspur gelangen zu können. Diese Aufgabe muss unter den Bedingungen "Kolonnenfahren" bewältigt und mit einem möglichen Spurwechsel eines anderen Fahrzeugs auf die linke Spur muss gerechnet werden.

Eine solche Fahraufgabe besteht aus durchschnittlich 15 Teilaufgaben, die mit spezifischen Anforderungen hinsichtlich Wahrnehmung, Erwartungsbildung, Beurteilungsleistungen, Gedächtnis- und Entscheidungsprozessen sowie der Fahrzeugbedienung zu bewältigen sind. Jede dieser Teilaufgaben enthält zwischen 6 und 13 Einzelanforderungen, die z.T. unter Zeitdruck erledigt werden müssen. Der Anteil bewusster Informationsverarbeitungsprozesse des Fahrers, also notwendiger kognitiver Zuwendung, beträgt näherungsweise ca. 60% und variiert je nach Teilaufgabe zwischen 35 und über 80%. In komplexen Teilaufgaben steigt dieser Anteil beträchtlich, ebenso bei Betrachtung komplexer Fahraufgaben, z.B. des Abbiegens in Kreuzungen. Automatisierte Systeme müssen erst noch den Beweis antreten, solche komplexen Anforderungen sicher und zuverlässig erfüllen zu können, denn derzeit beschränkt sich Hochautomatisierung auf stark idealisierte Fahrabläufe mit idealisierten Konfliktsituationen und sehr eingeschränkten „usecases“.

Akzeptanz und Emotion

Der Fahrer muss davon überzeugt sein, dass solche Systeme einen Beitrag zur Erhöhung seiner Sicherheit und seines Komforts darstellen. Dabei gilt grundsätzlich: Wenn eine Person eine Aufgabe in die Verantwortung einer Maschine übergibt und dadurch den Grad der Selbstbestimmung reduziert, erwartet sie, dass sie sich dadurch einem deutlich geringeren Risiko aussetzt. Bezogen auf Fahrzeugsysteme heißt das also: solche Systeme müssen durchgehend fehlerfrei und zuverlässig arbeiten sowie den subjektiven Erfahrungen und Erwartungen des Fahrers entsprechen. Daraus resultiert aber u.U. ein Paradoxon: Je zuverlässiger die Systeme arbeiten, desto größer wird das Vertrauen in die Systeme und desto seltener werden Übernahmesituationen entstehen. Muss aber doch eine Übernahme erfolgen, wird die Zuverlässigkeit des Fahrers zwangsläufig geringer, da er die selten gewordene Übernahme gar nicht mehr beherrscht.

Zudem erscheint die Akzeptanz durch die Fahrer umso geringer, je mehr die Systeme das Fahrverhalten beeinflussen: Was wird gerne selbst gemacht, was gerne abgegeben? Warum wollen Menschen Fahrzeuge selbst lenken? Völlig außer Acht bleiben in der Euphorie über das autonome Fahren soziale, motivationale und emotionale Aspekte. Hinsichtlich sozialer Aspekte (z.B. Fahrzeug als Statussymbol, Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmern) scheint völlig offen, in welche Richtung sie sich entwickeln. Eindeutiger erscheint das Thema Motivation/Emotion: Neben der reinen Transportfunktion und dem primären Mobilitätszweck (möglichst schnell und ungehindert von A nach B kommen) erfüllen Fahrzeuge auch eine symbolische Funktion. Sie haben Zusatznutzen, einen psychosozialen Mehrwert, sie bedienen „Extra-Motive“: Spaß am Fahren, Fahren als Herausforderung, Fahren als Ausdruck individueller Freiheit, die selbst gewählte Freiheit der Bewegung in Raum und Zeit. Was bleibt davon mit autonomer Fahrzeugführung übrig? Automationsgrade werden zwar als Fahrmodus verwirklicht, den der Nutzer jederzeit frei wählt, gerade diese Wahlfreiheit lässt aber jede Nutzer- und Sicherheitsprognose fraglich erscheinen.

Ironien der Automation und Beanspruchung des Fahrers

Je stärker eine Automatisierung ausgeprägt ist, desto weniger ist der Mensch in der Lage, sie zu beherrschen. Man erreicht also genau das Gegenteil von dem, was man eigentlich erreichen wollte. So ist z.B. eine vollständige technische Übernahme menschlicher Aufgaben nicht garantiert.

Bei Teil- und Hochautomatisierung verbleiben dem Menschen im Wesentlichen zwei Aufgaben: Überwachung und Übernahme. Dazu bedarf es sowohl manueller Fertigkeiten als auch kognitiver Fähigkeiten, einem Monitoring bei höchster Aufmerksamkeit. Das kann kein erwünschter Schwerpunkt menschlicher Leistung sein, denn die dazu notwendige Daueraufmerksamkeit ist keine Stärke menschlicher Informationsverarbeitung. Das hochautomatisierte und autonome Fahren stellen zudem den klassischen Fall der „Überforderung durch Unterforderung“ dar: Der Fahrer wird im Normalbetrieb eliminiert, er soll im kritischen Fall bei Überforderung des Systems aber schnell übernehmen, also Expertenentscheidungen treffen. Wenn der Mensch nicht in den Regelkreis eingebunden ist, wird er aber kein ausreichendes Wissen über den aktuellen Systemzustand haben können. Zudem kann die Unterforderung im hochautomatisierten Fahrmodus bei Langstreckenfahrten ohne erforderliche Pausen zu körperlich-geistiger Ermüdung führen (was auch das Fraunhofer Institut in seinem Bericht an das BMVI konstatiert [8]). Die Folge: Übernahmezeiten steigen bei zunehmenden Automatisierungsgraden. Auch die „Enttrivialisierung“ von Fehlern kann resultieren: Aus einem an sich harmlosen Fehler erwächst aus mangelnder Einsicht in das System u.U. ein katastrophaler Fehler.

Weitere Problembereiche beim Einsatz von Automatisierung im Fahrzeug

Wenn es nun um Neuerungen insbesondere in der Fahrzeugtechnik geht, stellt sich fast immer die entscheidende Frage: Wie geht der Mensch mit der neuen Technik um und wie beeinflusst die Technik das Verhalten des Menschen, speziell das Fahrverhalten. Neben der Frage nach der technischen Systemdefinition (denn i. S. e. genauen Anforderungsanalyse fehlt sie bislang) und nach der Systemzuverlässigkeit sind hier weitere Kriterien zur Bewertung von Automatisierung angesprochen: Wie sind Auswirkungen auf die menschliche Zuverlässigkeit, die Verkehrssicherheit sowie die Qualität der Mensch-Maschine-Interaktion zu beurteilen. In Flugzeugführung und Großindustrieanlagen besitzt die Automatisierung im Vergleich zum Automobil einen schon beinahe jahrzehntelangen „Vorsprung“. Insbesondere in der Luftfahrt erhöht die Automatisierung die gesamte Systemzuverlässigkeit und entlastet die Piloten. Eine Reihe schwerer Zwischenfälle, die ausführlich analysiert wurden, zeigte aber auch: Die Komplexität der Automatisierung wird von den Piloten selbst nach beträchtlicher Erfahrung nicht immer verstanden. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der mangelnden Erkennbarkeit des aktuellen Systemzustandes sowie für Out-of-the-Loop-Phänomene.

Im Einzelnen sind folgende Punkte zu bedenken, die hier lediglich stichpunktartig aufgezählt werden können [3] [7]: Ablenkungseffekte, Reaktanz, Kontrollverlust, Verhaltensanpassungen, mangelhafte ergonomische Gestaltung, übertriebenes Vertrauen in das technische Teilsystem, Systemmissbrauch, Kompetenz- und Fertigskeitsverluste, mangelnde Einsicht in die Systemfunktionalität, mangelnde Systemtransparenz, Hybridverkehr und Konnektivität.

Ganz zu schweigen von Problemen, welche die folgenden weiteren Bereiche betreffen: Datensicherheit, Haftung bei Unfällen, ethische Probleme bei Entscheidungskonflikten (z.B. welcher Schaden soll eher in Kauf genommen werden?) sowie Fragen der notwendigen Anpassung der Infrastruktur.

Die Euphorie in der Quantifizierung des volkswirtschaftlichen Gewinns durch Hochautomatisierung erscheint angesichts dessen wenig nachvollziehbar. Dieser Gewinn ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt auch mit Felderprobungen kaum seriös zu ermitteln, viel zu vielfältig sind die in ihrer Ausprägung nicht prognostizierbaren Einflussfaktoren.

Übernahme von automatisierten Funktionen durch den Fahrer

Setzt Automation neue Fahrerressourcen frei? Kann, darf oder muss man vielleicht sogar im hochautomatisierten Modus fahrfremde Tätigkeiten durchführen (Zeitung lesen, e-mails schreiben, telefonieren, „rollendes Lkw-Büro“ ...), weil das System nicht mehr dauerhaft überwacht zu werden braucht? Diese Ansicht scheint sich durchzusetzen, wobei fahrzeugvernetzte Smartphones oder Tablets den Fahrer „beschäftigen“, also wach halten und dadurch die Übernahmezeit noch verkürzen sollen. Erhöht die vermeintliche oder gar tatsächliche Zuverlässigkeit der Automation das positive Empfinden sowie das Systemvertrauen? Verschärfen die subjektiven Vorteile und die Attraktivität von Nebentätigkeiten aber nicht die Übernahme-problematik und verkennen die Komplexität von Aufmerksamkeitsprozessen?

Verschiedene Fahrsimulationsstudien geben Zeitspannen von 3 bis zu 10 Sekunden an, in der ein Fahrer nach einer Phase automatisierten Fahrens und selbst in abgelenktem Zustand durch einen „Take-Over Request“ wieder zur Übernahme der Fahrzeugführung in der Lage sei. Also, man legt einfach nach ein paar Sekunden das Handy beiseite und wendet sich wieder dem Verkehr zu. Solche Kalkulationen berücksichtigen nicht die außerordentlich große Heterogenität der Verkehrssituationen, die unterschiedlich komplex ausfallen sowie den damit verbundenen exponentiellen Anstieg beispielsweise von Reaktionszeiten in Abhängigkeit der gegebenen Entscheidungs- und Handlungsalternativen sowie der Leistungsgüte und Sorgfalt der geforderten Aktion (siehe z.B. Berichte der BASt [9]). Auch die Heterogenität der Nebenaufgaben wird nicht abgebildet, ganz zu schweigen von ihrer kognitiven oder emotionalen Wirkung im Zeitverlauf; die Wegwendung wird meist nur manuell/visuell definiert. Zudem stellt sich nach wie vor die Frage nach der Gültigkeit von im Fahrsimulator erhobenen Daten: So ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Verkehrsrealität fraglich, die Validität unbefriedigend, da die Versuchspersonen am Fahrsimulator nicht unbedingt das gleiche Verhalten wie unter realen Bedingungen zeigen und die Simulierbarkeit motivationaler Faktoren höchst umstritten. Daher ist es nach wie vor notwendig, Simulatorergebnisse im Feldversuch zu validieren.

Insbesondere die Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmern lässt sich am Simulator nur schlecht abbilden und wird bei der Programmierung selbstfahrender Straßenfahrzeuge größte Schwierigkeiten machen: Der Fußgänger, der auf seinen Vorrang verzichtet, der Jugendliche, der aus Spaß ein selbstfahrendes Fahrzeug zwingt, anzuhalten (weil es dazu programmiert ist stehen zu bleiben, wenn sich ein Fußgänger in den Aktionsbereich des Fahrzeuges hinein bewegt). Alles Interaktionen, die unter den Begriff informelle Normen fallen (die oft im Gegensatz zu den rechtlichen und daher einzuprogrammierenden Normen stehen); sie alle werden sich kaum oder nur mangelhaft richtig programmieren lassen.

Nicht zuletzt aber: Wenn der Fahrer schläft oder sonst nicht in der Lage ist einzugreifen (Google hat z.B. die Vorstellung eines blinden „Fahrers“ präsentiert) und am Auto ein technischer Schaden entsteht – Bremsversagen, Lenkprobleme o.ä. – dann fährt das Fahrzeug herrenlos und außer Kontrolle im öffentlichen Raum weiter.

Autoren

Prof. Dr. Wolfgang Fastenmeier
Prof. Dr. Bernhard Schlag
Dr. Jörg Kubitzki
Prof. Dr. Ralf Risser
Dr. Herbert Gсталter

Impressum**Deutsche Gesellschaft für
Verkehrspsychologie
(DGVP)**

Geschäftsstelle:
Revaler Straße 100
10245 Berlin
Tel. 0 30/293 6339-22
Fax 0 30/293 6339-23

dgvp@dgvp-
verkehrspsychologie.de
www.dgvp-
verkehrspsychologie.de

Präsident:
Prof. Dr. Wolfgang Fastenmeier
(Berlin/München)
Vizepräsident:
Dr. Don DeVol (Erfurt)
Schatzmeister:
Dr. Martin Keller
(Valens, CH)
Schriftführer:
Dipl.-Psych. Jürgen
Brenner-Hartmann (Ulm)
Beisitzer:
Dr. Thomas Wagner
(Dresden)
Mag. Bettina Schützhofer
(Wien, A)
Dr. Peter Stroheck-Kühner
(Heidelberg)

Nachdruck ohne Veränderungen
gestattet – Beleg erbeten

In Anbetracht der Möglichkeit solcher Vorfälle würde es nötig sein, dass alle autonomen Fahrzeuge mit einer oder mehreren Zentralen bzw. mit von diesen überwachten Infrastruktureinrichtungen verbunden sind. Die sich daraus ergebenden Folgen für Datensicherheit, Überwachungsmöglichkeiten etc. sind es wert, gesondert überlegt zu werden.

Fazit

Anstatt eine Hoch- oder Vollautomatisierung anzustreben, sollten die Potenziale kooperativer Assistenz besser erschlossen werden. Im Gegensatz zu Automatisierungskonzepten bleibt dem Fahrer im Konzept der kooperativen Fahrerassistenz durch stets übersteuerbare Unterstützung seine aktive Rolle im Fahrer-Fahrzeug-Wirkkreis erhalten. In der Gesamtbetrachtung ist aus verkehrspsychologischer Perspektive Folgendes zu betonen:

- Der Fahrer soll durch Information, Warnung oder Regelung bei der Bewältigung seiner Fahraufgabe unterstützt werden, ohne ihn zusätzlich zu belasten oder in seiner Verantwortung einzuschränken.
- Es ist vordringlich, schlüssige und integrierte Lösungen im Sinne kooperativer Assistenz zu erarbeiten statt eine Hochautomatisierung mit vielen Systemgrenzen und Ausnahmen voran zu treiben, wo dann der Mensch als „Troubleshooter“ benötigt wird.
- Im Gegenteil, nach allen bisherigen Erkenntnissen der Verkehrspsychologie ist von der Maschine zu fordern, dass sie dem Menschen in schwierigen Situationen hilft, und nicht, dass sie ihm das Fahren abnimmt.

Literaturhinweise:

- [1] Sivak, M. & Schoettle, B. (2015). Road safety with self-driving vehicles: general limitations and road sharing with conventional vehicles. UMTRI 2015-2. University of Michigan, Transportation Research Institute. Ann Arbor, Michigan.
- [2] Schoettle, B. & Sivak, M. (2016). Motorists' preferences for different levels of vehicle automation: 2016. UMTRI SWT-2016-8. University of Michigan, Transportation Research Institute. Ann Arbor, Michigan.
- [3] Schlag, B. (2016). Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr – Offene Fragen aus Sicht der Psychologie. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 62, 94-98.
- [4] Reichart, G. (2015). Fahrerassistenz – woher und wohin? Symposium Prometheus trifft Epimetheus. Lehrstuhl für Ergonomie der TU München, 16./17.7.2015.
- [5] Huß, C. (1999). Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Automobilindustrie – kann ISA einen Beitrag zur Verkehrssicherheit leisten? In: Technische Universität Kaiserslautern, Grüne Reihe Nr. 63, S. 113-119.
- [6] Fastenmeier, W. & Gсталter, H. (2007). Driving Task Analysis as a Tool in Traffic Safety Research and Practice. Safety Science, 45, 952-979.
- [7] Fastenmeier, W. (2015). Fahrerassistenzsysteme (FAS) und Automatisierung im Fahrzeug – wird daraus eine Erfolgsgeschichte? Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 61, 21-27.
- [8] Cacilo, A. et al. (2015). Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – Industriepolitische Schlussfolgerungen. Dienstleistungsprojekt 15/14. Studie im Auftrag des BMWi. Stuttgart: Fraunhofer IAO.
- [9] Vollrath, M., Briest, S. & Oeltze, K. (2010). Auswirkungen des Fahrens mit Tempomat und ACC auf das Fahrverhalten. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, F74. Bremerhaven: NW-Verlag.