

Fahrerassistenzsysteme der Zukunft – auf dem Weg zum autonomen Pkw?

Klaus Kompaß

1 Einleitung

Der Begriff „Fahrerassistenzsystem“, bis vor wenigen Jahren eigentlich nur Insidern aus den Forschungsabteilungen der Fahrzeugherrstellern und Zuliefererindustrie bekannt, findet seinen Weg in das breite Publikum. Immer häufiger wird über Unterstützungssysteme wie ESP, Kurvenlicht, Aktive Geschwindigkeitsregelung ACC, Spurverlassenswarnung, Rückfahrkamera oder Fernlichtassistenz auch in Automagazinen berichtet oder bei Fahrzeug-Verkaufsgesprächen diskutiert. Dabei stehen sowohl die Unterstützungsauflage im Sinne der Möglichkeit zur Delegation unerwünschter Aufgaben an das Fahrzeug als auch oder teilweise sogar vor allem die sicherheitstechnischen Aspekte einer Übernahme von komplexen und schnell durchzuführenden Aufgaben im Vordergrund.

Die Erfahrung zeigt, dass solche Diskussionen oft sehr schnell an den Punkt kommen, wo über Sinn und Unsinn von autonom agierenden Systemen bis hin zu selbst fahrenden Fahrzeugen debattiert wird. Dabei ist zwangsläufig ein gutes Stück Emotion auf beiden Seiten im Spiel.

Im Folgenden soll der Versuch gemacht werden, die Argumente gesamtheitlich darzustellen und eine Vision zum Fahrerassistenzsystem der Zukunft zu geben. Dabei erfolgt ein Ausblick auf die Möglichkeiten und Grenzen der Systemautonomie unter Berücksichtigung fahrzeugtechnischer, verkehrstechnischer und emotionaler Aspekte.

2 Begriffsbeschreibung: Assistenzsysteme

Die Fahraufgabe wird im Allgemeinen in die drei Ebenen der Planung, der Führung und der Stabilisierung unterteilt. Diese Einteilung hilft bei der Spezifikation der Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme. Während

auf Planungsebene die Handlungen für gewöhnlich im Bereich mehrerer Minuten ablaufen, werden für die Führungsebene Zeiträume im Bereich von Sekunden benötigt. Auf der Stabilisierungsebene dagegen laufen die Handlungen meist in wenigen Millisekunden ab. Bezogen auf Assistenzsysteme bedeutet dies, dass für die Berechnung von z. B. Navigationshinweisen eine lange Zeitspanne zur Verfügung steht, in der Alternativen berücksichtigt oder (z. B. aufgrund aktueller Verkehrshinweise) Handlungskorrekturen durchgeführt werden können. Dagegen müssen Fahrdynamik-Regelsysteme als prominente Vertreter der Stabilisierungsebene innerhalb von wenigen Millisekunden oftmals außerordentlich komplexe Situationsanalysen und Handlungskombinationen erledigen. Einschränkend muss aber bemerkt werden, dass die zu analysierenden Situationen wohl definiert und bezüglich der Situationsvielfalt und dem Informationsbedarf begrenzt sind.

Dabei übertreffen diese Systeme der Fahrdynamik-Regelung nicht selten die Handlungsfähigkeiten des Menschen, wenn sie, wie zum Beispiel beim Dynamic X-Drive Antrieb der BMW Allradfahrzeuge innerhalb weniger Tausendstel Sekunden die Antriebsmomenten-Verteilung vom 60/40 Verhältnis zwischen Hinter- und Vorderachse auf bis zu 35/65 bzw. 100/0 verschieben, um einer detektierten Über- oder Untersteuerneigung in ei-

| Fahraufgabe | Verantwortungsgrad; Routine | Virtueller Fahrer | Reaktionszeit Kleiner als Reaktionszeit Fahrer | Unterstützungsgrad | Systemfamilie |
|-------------|-------------------------------|----------------------|---|--------------------|---------------------------------|
| | | | | Intervention | Fahrdynamik-Regelsysteme |
| Führung | Virtueller Copilot | Virtueller Copilot | Reaktionszeit größer als Reaktionszeit des Fahrers | Regelung | Führungs-Assistenzsysteme |
| | | | | Empfehlung | |
| | | | | Warnung | |
| | | | | Information | |
| Planung | Komplexität; Mentale Beanspr. | Virtueller Beifahrer | Reaktionszeit größer als Reaktionszeit des Fahrers | Empfehlung | Verkehrsinfo Navigationssysteme |
| | | | | Information | |

Abb. 1 3-Ebene-Modell der Fahraufgabe

ner bestimmten Fahrsituation entgegenzuwirken. Selbst wenn man dem Fahrer geeignete Steuerelemente für eine solche Aktion an die Hand geben würde, wäre er nicht in der Lage, diese Leistung in so kurzer Zeit zu vollbringen.

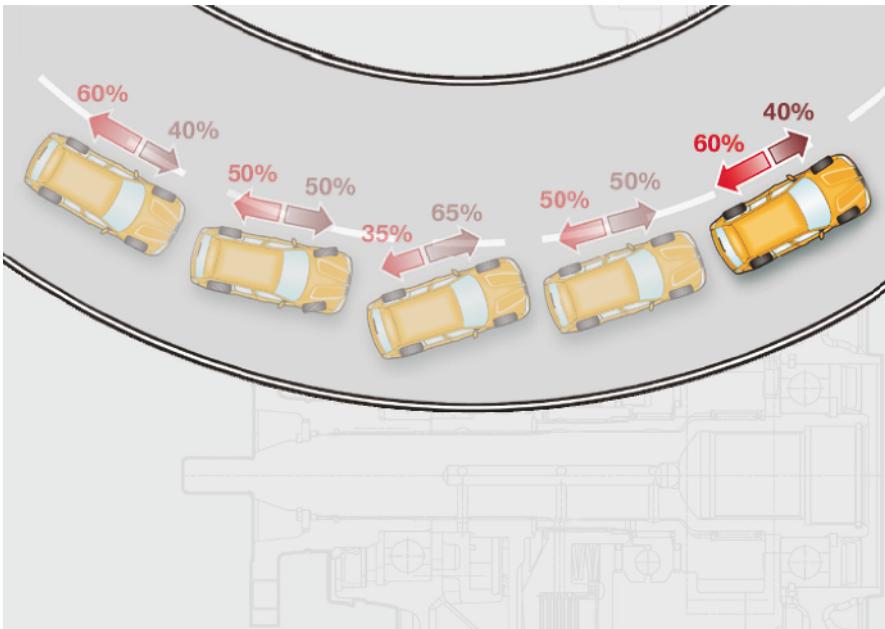


Abb. 2 Dynamic X-Drive – Fahrerassistenzsystem auf der Stabilisierungsebene

Neben diesen Stabilisierungssystemen etablieren sich heute immer mehr Assistenzsysteme auf der Fahrzeug-Führungsebene. Hier werden dem Fahrer Informationen, Warnungen oder Empfehlungen zur Optimierung seiner Handlungen gegeben. Eingangsgrößen dieser Handlungshinweise sind Interpretationen des Fahrzeugumfelds auf Basis verschiedener Beobachtungsparameter wie Abstand oder Relativgeschwindigkeit zum Vorderfahrzeug, relative Position zu vorhandenen Fahrbahnmarkierungen, Anwesenheit und Relativgeschwindigkeit anderer Fahrzeuge auf den Nebenspuren etc. Die Messungen werden häufig vervollständigt durch Kontexthypothesen, welche auf Basis unterschiedlicher Beobachtungen Annahmen über die Verkehrssituation rund um das Ego-Fahrzeug ermöglichen.

3 Begriffsbeschreibung: Autonomie

Unter der Autonomie versteht man im Sinne der Fahrerassistenz die Fähigkeit eines Systems oder Systemverbunds, sich ohne Eingreifen des Fahrers selbstständig richtig zu verhalten. Dabei wird eine erwartungskonforme

und nachvollziehbare Handlung erwartet. Vollautonomes Fahren würde bedeuten, dass das Fahrzeug ohne menschliche Führung sich selbstständig im Verkehr bewegen könnte. In der Abschwächung einer Teilautonomie behält der Fahrer noch einzelne Fahraufgaben, kann sich aber aus den betroffenen autonomen durchgeführten Teilaufgaben weitgehend zurückziehen. Je nach Ausprägung bleibt dem Fahrer höchstens noch die Aufgabe der Überwachung und des Eingreifens in vom System nicht beherrschten Situationen.

4 Triebfedern für autonom agierende Fahrerassistenzsysteme

Die Kernaufgaben der Fahrerassistenzsysteme liegen im Wesentlichen in den beiden Bereichen der Fahrerentlastung und der Kompetenzsteigerung. Die Intention des vollautonomen Fahrens liefert hierzu die Extremwerte: auf der einen Seite soll der Fahrer so weit entlastet werden, dass das „Fahren“ zum „Gefahren Werden“ mutiert, auf der anderen Seite soll durch autonom agierende Sicherheitssysteme der vermeintlich unsicher agierende Mensch durch ein technisches System ersetzt werden. Damit ist eine stärkere Verantwortungs-Übertragung an das technische System verbunden. Im Folgenden wird erörtert, welchen Konsequenzen eine stärkere Autonomisierung mit sich bringt.

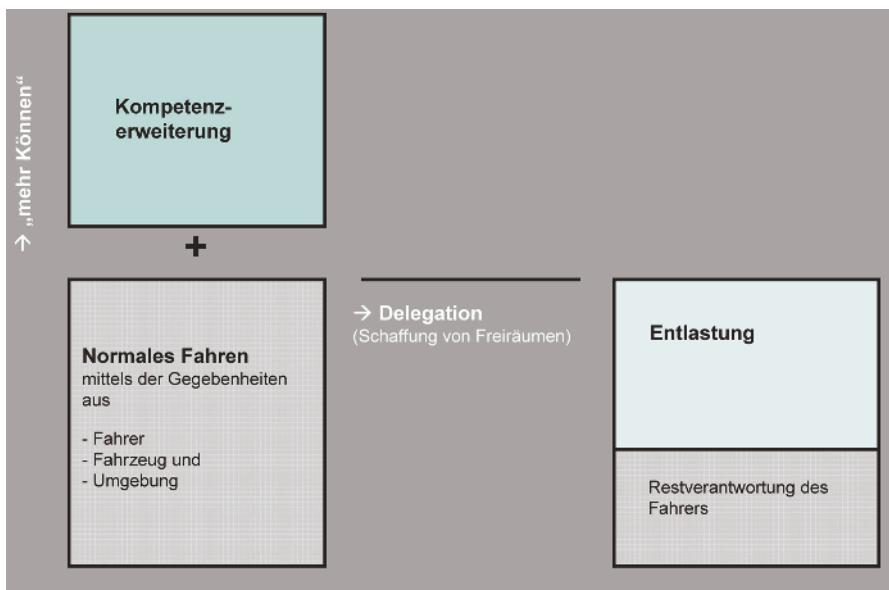


Abb. 3 Kernaufgaben der Fahrerassistenz

5 Vergleich der Fähigkeiten von Menschen und technischen Systemen

Bei der Betrachtung der menschlichen Fähigkeiten und deren Vergleich mit denen eines technischen Systems stellen sich schnell komplementäre Stärken und Schwächen heraus. Dort, wo der Mensch nachweislich weniger stark ist, kann er sich gut von einem technischen System unterstützen lassen. Auf der anderen Seite ist der Mensch in vielen Situationen in der Lage, die Aufgaben deutlich besser zu meistern als selbst aufwändige technische Systeme.

| Stärken des Menschen | Stärken des technischen Systems |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Flexibilität und Improvisation ■ Wechsel zwischen Strategien ■ Räumliche Wahrnehmung ■ Prädiktion in logisch schwer definierbaren Bedingungen ■ Durchführung komplexer Entscheidungen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Messung von Abstand und Relativgeschwindigkeit ■ Einsatz großer Kraft und Leistung bei großer Präzision ■ Routenplanung ■ Exakte Wiederholung bestimmter Prozesse ■ Einfache Entscheidungen ■ Langfristige Wachsamkeit ohne Ermüdung |

Abb. 4 Stärken und Schwächen des Menschen im Vergleich zu technischen Systemen

Auch wenn sich die Technik in rasanten Schritten weiterentwickelt, so bleibt doch zu konstatieren, dass technische Systeme in absehbarer Zeit nicht in der Lage sein werden, den Menschen in seiner Fahraufgabe in vollem Umfang zu ersetzen. Die Vielfalt und Komplexität der im realen Straßenverkehr auftretenden Situationen ist noch lange nicht in Gänze automatisiert zu beherrschen. Zwei Wege führen jedoch zur Automatisierung: Entweder strukturiert man das System „Straßenverkehr“ so um, dass man die Anzahl und Komplexität der Situationen auf das Beherrschbare reduziert (in dieser Weise funktioniert heute jedes industrielle Automatisierungssystem!) oder man wendet die (Teil-)Automatisierung auf abgrenzbare Einzelsituationen in kalkulierbaren Verkehrs-Szenarien an. Im Folgenden sollen einige Beispiele für Systeme auf verschiedenen Autonomie-Ebenen benannt und erörtert werden.

6 Unterstützung des Fahrers

Ein Navigationssystem, das dem Fahrer in unübersichtlichen, fremden Verkehrssituationen die Aufgabe der Routenfindung abnimmt und ihn durch Navigationshinweise unterstützt, hilft gerade in sehr komplexen Verkehrssituationen, übernimmt aber keine Verantwortung für die Fahraufgabe sondern beschränkt sich auf eine reine Informationsübermittlung mit Handlungsempfehlungen.

Eine Spurverlassenswarnung agiert ebenfalls als reine Informationsquelle für den Fahrer, wenn das Überfahren der Spurbegrenzung droht. Eine Verantwortungsübernahme erfolgt nicht, es kann nur anhand von Hypothesen abgeschätzt werden, ob dieses Spurverlassen absichtlich oder ungewollt erfolgt. Die Ableitung von Konsequenzen und deren Ausübung obliegt dem Fahrer.

Einen Schritt weiter geht der Spurhalteassistent. Er kommt in Situationen mit ähnlicher Komplexität wie die Spurverlassenswarnung zum Einsatz, reagiert aber bereits mit einem aktiven Lenkeingriff und dem Versuch, das Fahrzeug innerhalb der erkannten Spurbegrenzungen zu halten. Somit übernimmt diese Funktion bereits einen kleinen Teil der Fahraufgabe. Eine mangelnde Erwartungskonformität wird hier bereits deutlich kritischer vom Fahrer beurteilt als bei der rein informativ agierenden Spurverlassenswarnung.

7 Übernahme unangenehmer (Teil-)Aufgaben

Verschiedene Fahrzeughersteller bieten inzwischen Parkmanöver-Assistenten an, die den Fahrer durch Übernahme der Querführung beim Einparken unterstützen. So vermisst zum Beispiel im VW Touran eine erweiterte Ultraschall-Parksensorik die potenzielle Parklücke, berechnet die Einpark-Trajektorie und übernimmt dann die Bedienung der Lenkung, um das Fahrzeug in Längs-Parklücken einzuparken. Die Längsführung verbleibt beim Fahrer, er muss selbst eigenverantwortlich für die Bedienung von Fahrpedal und Bremse sorgen und die sichere Funktion des Parkmanöver-Assistenten überwachen. Technisch wäre bereits heute auch die Übernahme der Längsführung durch das Fahrzeug möglich, einer der Hauptgründe für die Reduzierung auf eine Teilautonomie mit Aufgabenteilung zwischen Fahrer und Fahrzeug ist die Frage der Verantwortung bei einem noch nicht annähernd ausreichend zuverlässigen Fahrzeugumfeld-Messsystem. Mit dem Verbleib der Restaufgabe beim Fahrer soll sichergestellt werden, dass die Fähigkeit des Menschen, auch in komplexen Situationen noch einen Gesamtüberblick zu behalten und zwischen unkritischen und gefährlichen Situationen unterscheiden zu können, genutzt wird.

Einen Schritt weiter geht der so genannte Garagenparker, den die BMW Group in 2006 als Forschungsthema vorstellte: diese Funktion adressiert

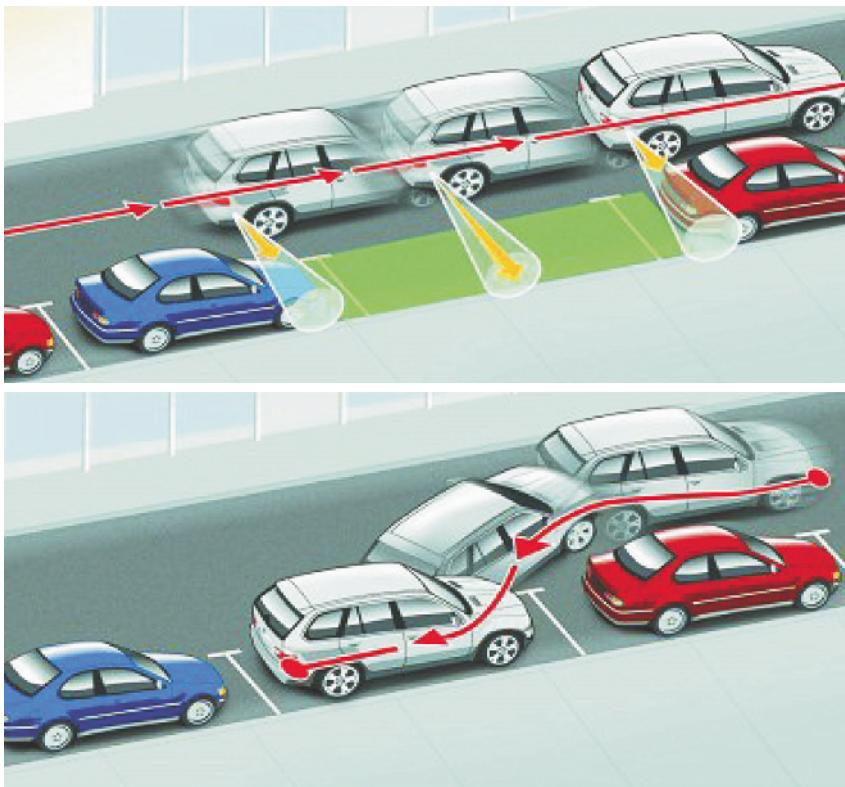


Abb. 5 Parkmanöverassistent

das Problem des Einparkens von großen, breiten Fahrzeugen in schmalen (Norm-)Garagen. Hierbei verlässt der Fahrer das Fahrzeug vor der Garage und aktiviert über eine Fernbedienung den automatischen Einparkvorgang. Das Fahrzeug parkt sich nun selbstständig in die Garage ein. Dabei kann es in dieser wohldefinierten Situation durchaus auf wenige Zentimeter nahe an die Garagenwände heranfahren. Selbstverständlich erfolgt das Ausparken in ähnlicher Weise, so dass der Fahrer wieder außerhalb der Garage und damit mit ausreichend Platz zur Türöffnung einsteigen kann. Der Garagenparker übernimmt also unter diesen definierten Umständen autonom die Führung des Fahrzeugs im Schritt-Tempo. Die Verantwortung des „Fahrers“ bleibt in der Kontrolle und Absicherung der Manöverzone. Zwar werden Hindernisse durch das Fahrzeug erkannt aber zur Gewährleistung der notwendigen Sicherheit bleibt der Fahrer in der Überwachungsfunktion.

Bei der Idee des Stauassistenten übernimmt das Fahrzeug im Stop & Go Verkehr bei geringen Geschwindigkeiten sowohl die Längs- („ACC Stop & Go“) als auch die Querführung („Spurwechselassistent“),

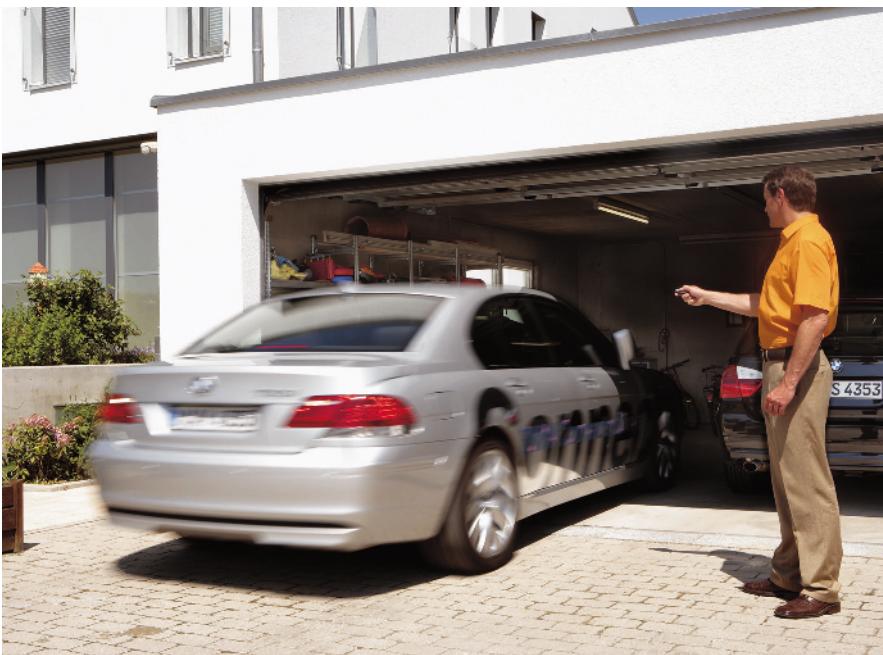


Abb. 6 Garagenparker

„Spurhalteassistent“). In einer Ausbaustufe könnten hierbei auch strategische Fahrspurwechsel (basierend zunächst auf Navigations-Zieleingaben) integriert werden. Die Attraktivität dieser Funktion liegt genau in der Unattraktivität der Fahraufgabe begründet: in langsamem Stop & Go Verkehr wird der Fahrer eher akzeptieren, dass das Fahrzeug ihm diese unangenehme Aufgabe abnimmt und ihm somit zusätzliche Freiheiten schafft. Er hat in dieser Standardsituation die Möglichkeit, in Ruhe ein Telefonat zu führen oder gedanklich den Tag Revue passieren zu lassen, ohne mit voller Konzentration seiner Fahraufgabe nachkommen zu müssen. Die geringe bis nicht vorhandene Relativgeschwindigkeit zwischen den Verkehrsteilnehmern erleichtert die Autonomieaufgabe. Selbst hierbei wird aber die Verantwortung der Gesamtfahrzeugführung noch immer beim Fahrer gesehen. Und genau darin liegt das Problem: aufgrund der einfach erscheinenden und wenig attraktiven Fahraufgabe besteht die Gefahr, dass der Fahrer der monotonen Monitoringaufgabe nicht gerecht wird und in kritischen Situationen, in denen er die Kontrolle übernehmen müsste, dazu nicht in der Lage ist.

8 Autonomie in Sondersituationen

VW sorgte 2006 für Schlagzeilen, als die Firma ihren selbstfahrenden Golf GTI Rennpiloten vorstellte. Das Fahrzeug suchte sich in einer, durch Pylone gesteckten Fahrstrecke die Ideallinie und durchfuhr diese dann selbstständig mit hohem Tempo. Mittels eines Laserscanners und einem hochgenauen GPS Positionssystem fand das Fahrzeug selbstständig die Strecke, berechnete die Ideallinie und durchfuhr dann mit hohem Tempo ohne menschliches Dazutun den Kurs. Die Volkswagen AG beschrieb das Aufgabengebiet dieses Fahrzeugs mit der Möglichkeit, reproduzierbare Testbedingungen für Rad-Reifen-Kombinationen, Fahrwerke und Assistenzsysteme zu schaffen.

Berliner Zeitung · Nummer 151 · 1./2. Juli 2006

AutoMobil



Freihändig Vollgas

Abb. 7 VW Rennpilot

Ebenfalls seit 2006 setzt die BMW Group den so genannten Track Trainer in ihren Rennstrecken-Fahrertrainings ein, um den Trainingsteilnehmern Ideallinie, Brems- und Einlenkpunkte nahe zu bringen. Eine vorher exakt vermessene Strecke wird von einem professionellen Rennfahrer befahren.



Abb. 8 BMW Track Trainer

Dabei werden alle notwendigen Daten aufgezeichnet und in einem Speicher abgelegt. Das Fahrzeug besitzt somit keine eigene „Intelligenz“ sondern bedient sich konservierter Wissensdaten. Das Trainingsfahrzeug verfügt über ein hochgenaues DGPS und eine Intertialplattform mit triaxialen Beschleunigungs- und Winkelmessern. Mit dieser Kombination lässt sich mit ausreichend hohen Abtastraten, geringen Totzeiten und hoher Robustheit die Fahrzeugposition auf wenige Zentimeter genau bestimmen und mit den Sollwerten des Profis vergleichen. Das Fahrzeug übernimmt in der Demonstrationsphase eigenständig Längs- und Querführung bis 0,7 g, ohne dass der Fahrer aktiv ins Geschehen eingreift. Der Fahrer kann die Hände auf das Lenkrad legen und lernt so intuitiv die richtige Ideallinie und die Position der Anbrems- und Einlenkpunkte. In der darauf folgenden Anlernphase übernimmt der Fahrer die Führung des Fahrzeugs. Er bekommt von Auto Informationen über eine eventuelle Abweichung von der idealen Linie. Unmittelbar nach der Fahrt bekommt der Fahrer ein Ergebnisprotokoll mit Fahrtanalysen im Vergleich zur Profifahrt.

Bereits vor ca. 10 Jahren demonstrierte das amerikanische National Automated Highway Systems Consortium die technische Machbarkeit des Vehicle Platooning auf eigens dafür hergerichteten und mit zusätzlicher Infrastruktur wie z. B. magnetischen Nägeln versehenen Fahrspuren. Mehrere Fahrzeuge bilden eine zusammenhängende Kette, die Führung die-

ser Fahrzeuge erfolgte autonom, die Führung dieser Kette wurde durch ein manuell gesteuertes Leit-Fahrzeug übernommen. Alle anderen Autos hingen wie an einer virtuellen Deichsel dahinter. Hauptziele dieses Experiments waren ein größerer Fahrzeug-Durchsatz pro Spur und Zeit-einheit sowie eine vermutet höhere Energieeffizienz durch reduzierten Luftwiderstand aufgrund der geringen Fahrzeugabstände zueinander. Die Fahrzeuge verfügten über ein Abstandsradar zum vorausfahrenden Fahrzeug sowie über eine Kommunikation sowohl zum vorausfahrenden als auch zum Leitfahrzeug, mit der Geschwindigkeits- und Beschleunigungs-/Verzögerungsinformationen ausgetauscht werden konnten. Auf diese Weise konnte der Abstand zwischen den Fahrzeugen auf 6,5 m fixiert und auch in dynamischen Verkehrssituationen gehalten werden.

Ein Sicherheitsgewinn wurde prognostiziert aus der Tatsache, dass die Relativgeschwindigkeit zwischen den einzelnen Fahrzeugen dieses Platoons gegen Null gehen. Wenn es also wirklich zu Kollisionen kommen sollte, so die Projektleiter, dann wären die Folgen minimal. Probleme gab es allerdings bei der Betrachtung einer solchen Kette im Gesamtverkehrs-Kontext: kommt es zu einem Unfall des Leitfahrzeugs mit anderen, nicht an diesem Platoon teilnehmenden Fahrzeugen, dann ist eine Massenkarambolage vorhersehbar, da keines der nachfolgenden Fahrzeuge mehr rechtzeitig verzögern kann. Sobald diese Fahrzeugkette außerdem das Umfeld reinen Längsverkehrs verlässt und z. B. Kreuzungen dazu kommen, bricht die Kette auseinander. Auch hier zeigt sich wieder, dass solche Autonomien zwar



Abb. 9 Vehicle Platooning

in einem wohldefinierten Umfeld denkbar sind, in einer realen Verkehrssituation mit Mischverkehr allerdings auf große Hindernisse stoßen.

Die DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) Grand Challenge ist ein Wettbewerb, der vom US-amerikanischen Verteidigungsministerium organisiert und gesponsort wird. Das amerikanische Militär will in Zukunft ein Drittel seiner Fahrzeuge ohne Fahrer einsetzen. Ziel des Rennens ist, einen 175 Meilen langen Wüstenkurs völlig autonom, ohne manuelle Eingriffe zu bewältigen. Zu Beginn des Rennens werden den Fahrzeugen lediglich die GPS-Koordinaten der Strecke eingegeben, die Fahrspurplanung sowie die Hindernisumfahrung muss von den Systemen selbst berechnet werden. Die Beschaffenheit der Strecke variiert von gut beschaffenen, nicht asphaltierten Wegen bis steinigen Passagen. Die Fahrzeuge bewegen sich auf dem Kurs alleine, ohne zusätzliche Verkehrsteilnehmer. Im Jahr 2005 gelang es zum ersten Mal mehreren Fahrzeugen, das Ziel zu erreichen. Sieger der 2005 DARPA Grand Challenge war ein von der Stanford University in Zusammenarbeit mit VW aufgebauter Touareg („STANLEY“).

Die DARPA Urban Challenge ist eine Weiterentwicklung der DARPA Grand Challenge. Bei diesem Rennen müssen die Fahrzeuge nun autonom einen 60 Meilen Stadtkurs in weniger als 6 Stunden bewältigen. Hierbei bewegen sie sich in fließendem Verkehr, müssen Verkehrsregeln beachten, Kreuzungen überqueren und Hindernisse umfahren. Ob die Fahrzeuge die neuen Herausforderungen bewältigen, wird sich am 3. November 2007 zeigen.



Abb. 10 DARPA Grand Challenge

9 Bewertung und Vergleich verschieden Autonomie-Level

Die oben genannten Funktionen stellen nur Beispiele für verschiedene Assistenzsysteme dar. Selbstverständlich ließe sich die Liste mehr oder weniger autonomer Fahrerassistenzsysteme noch um weitere Funktionen ergänzen. Anhand der genannten Beispiele und einiger weiterer Funktionen soll nun eine Bewertung vorgenommen werden, die die Ausprägungen der Assistenz nach verschiedenen Gesichtspunkten gruppiert.

In einem Portfolio sollen die Funktionen nach den Kriterien „Komplexität der Verkehrssituation“ und „Verantwortungsübernahme durch das Fahrzeug“ geordnet werden.

Parameter für die Bewertung der Komplexität sind hierbei u. a.:

- die zu fahrende Geschwindigkeit
- die Kurvigkeit der Strecke
- die Zahl der anderen Verkehrsteilnehmer
- die Vielfältigkeit der anderen Verkehrsteilnehmer (Autos, Zweiräder, Fußgänger etc.)
- Art und Zahl von Störgrößen (Hindernisse, Straßenrand-Bebauung etc.)
- Streckenbeschaffenheit (Breite, Erkennbarkeit von Spurgrenzen etc.), Grad der Strukturierung
- die Unvorhersehbarkeit von Verkehrssituationen
- die Schadenauswirkung bei Fehlverhalten
- die Menge der zu beachtenden (Verkehrs-) Regeln
- die Umweltbedingungen

Bei der Zuordnung sei der Einfachheit halber angenommen, alle Faktoren trügen in ähnlichem Verhältnis zur Komplexität bei. Jedem Parameter wird ein Wert zwischen 0 und 5 zugeordnet. Somit lässt sich ein Komplexitätswert für die verschiedenen Fahrerassistenzsysteme als Mittelwert der Einzelgrößen ermitteln.

Als Bewertungsparameter für die Achse der Verantwortungsübernahme durch das Fahrzeug wurde in Anlehnung an Sheridan¹ folgende vereinfachte Einteilung gewählt:

1. Fahrer regelt, Fahrzeug unterstützt
2. Fahrzeug regelt, Fahrer bestätigt durch Übernahme von Teilaufgaben seine Aufmerksamkeit. Übernahme durch den Fahrer bei Erreichung von Systemgrenzen
3. Fahrzeug regelt, Fahrer in Monitoring-Rolle. Übernahme durch den Fahrer an Systemgrenzen

¹ Sheridan (1992), Massachusetts Institute for Technology: Automation

4. Fahrzeug erledigt Fahraufgabe vollkommen autonom, Fahrer greift nur in Notsituationen ein.
5. Fahrer nicht vorhanden oder nur als Passagier ohne Aufgabe. 100% Übernahme der Fahraufgabe durch das Fahrzeug



Abb. 11 Portfolio: Komplexität und Übernahmefähigkeit von FAS

Das Portfolio zeigt, dass sowohl in der horizontalen Richtung (100% Übernahme der Fahraufgabe durch das Fahrzeug) als auch in vertikaler Richtung hohe Werte möglich sind. Die bekannten Assistenzsysteme lassen sich in die drei bereits genannten Bereiche „Unterstützung des Fahrers“, „Übernahme unangenehmer Aufgaben“ und „Autonomie in Sondersituationen“ einteilen. Der vierte Bereich des „Autonomen Fahrens im freien Straßenverkehr“ bleibt aber von mittelfristig realisierbaren Systemen unbelegt. Der in manchen Diskussionen proklamierte Ansatz eines vollautonomen „Autopilot-Pkw“, der seinen Fahrer ohne dessen Dazutun auch durch dichten Stadtverkehr manövriert, bei dem der Fahrer zum Fahrgast mutiert, liegt auf den Extremwerten beider Achsen. Der Schritt von einem STANLEY, dem Gewinner der DARPA Grand Challenge 2005 zu einem autonom sich im normalen Straßenverkehr bewegenden Pkw ist bereits aus technischer Sicht sehr groß. Neben diesen objektiven Technologieargumenten kommen aber noch Betrachtungen wie rechtliche Rahmenbedingungen, Akzeptanzkriterien und Zuverlässigkeit-Anforderungen sowie die Notwendigkeit der Umstrukturierung des gesamten Verkehrssystems hinzu, die gegen eine Einführung von Autopilot-Fahrzeugen sprechen.

10 Rechtliche Rahmenbedingungen

In diesem Kapitel sollen die beiden Aspekte der Zulassungsfähigkeit und der Haftungsfrage verschiedener Fahrerassistenz-Ausprägungen beleuchtet werden. Die Zulassungsfähigkeit autonom agierender Fahrerassistenzsysteme ist selbst unter Juristen noch umstritten.

Im Wiener Weltabkommen von 1968 wird u. a. gefordert, dass jeder Fahrzeugführer sein Fahrzeug dauernd bzw. unter allen Umständen beherrschen muss. In Kapitel II, Art. 8 Abs. 5 WVÜ heißt es:

„Every driver shall at all times be able to control his vehicle or to guide his animals“.

Weiter hinten im Kapitel II, in Art. 13 Abs. 1 findet sich der Satz:

„Every driver of a vehicle shall in all circumstances have his vehicle under control so as to be able to exercise due and proper care and to be at all times in a position to perform all manoeuvres required of him.“

Unterschiedliche Interpretationen stehen nun im Raum, was genau mit diesen Forderungen gemeint ist und welche Konsequenzen sich daraus ergeben. Eine mögliche Ableitung dieses völkerrechtlichen Vertrags, den 63 Staaten ratifiziert haben wäre, dass eine Bauartzulassung intervenierende Assistenzsysteme, die sich selbst initiieren und vom Fahrer nicht übersteuert werden können gegen die Grundsätze der Wiener Konvention verstößt, weil der Fahrer bei solchen Systemen nicht mehr sein Fahrzeug allein beherrscht.²

Auf der anderen Seite gibt es aber eine juristische Sichtweise, die zu einem gegenteiligen Ergebnis kommt. Die Grundlage für diese Interpretation wird u. a. in der Tatsache gesehen, dass in Kapitel II des Weltabkommens ansonsten nur Beherrschungspflichten befinden, die Verhaltensanforderungen an den Fahrzeugführer beinhalten, während sich zulassungsspezifische Verpflichtungen ausschließlich in den Kapiteln III und im Anhang 5 wieder finden lassen. Der im englischen Originaltext benutzte Wortlaut „to control“ (oder im französischen Text mit „contrôler“ bezeichnet) lässt sich nicht nur mit „beherrschen“, sondern auch mit „beaufsichtigen“, „überwachen“ oder „überprüfen“ übersetzen. Aus dieser Analyse wird der Schluss gezogen, dass eine Bauartzulassung von Fahrerassistenzsystemen nicht gegen das Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr ver-

² Albrecht (2005) Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Rechtliche Rahmenbedingungen und offene Haftungsfragen bei der Einführung von Fahrerassistenzsystemen

stößt, auch dann nicht, wenn es sich um systeminitiierte, nicht übersteuerbare Systeme handelt.³

Das Ersetzen des Kfz-Individualverkehrs durch ein vollständig fahrer-unabhängiges Kfz-Verkehrssystem würde allerdings auch nach dieser Einschätzung mit dem Wiener Übereinkommen nicht mehr übereinstimmen.

Neben den Fragen einer gesetzeskonformen oder ungesetzlichen Bauartzulassung eines autonomen Fahrerassistenzsystems muss die Haftungsfrage beachtet werden. Wenn das Fahrzeug „eigene“ Entscheidungen fällt, wer trägt dann in einem durch eine Fehlreaktion verursachten Unfall die Verantwortung?

Bei systeminitiierten, nicht übersteuerbaren Systemen kann dem Fahrer nicht vorgeworfen werden, er sei gegen eine nicht übersteuerbare Intervention vorgegangen. Der Fahrer, hier lediglich Passagier, wird keine Haftung übernehmen. Ein eventuell geschädigter Dritter würde sich der heutigen Rechtsprechung gemäß an den Halter des Fahrzeugs wenden, der auf Grund der Gefährdungshaftung verschuldensunabhängig für sein Fahrzeug in vollem Umfang haftet. Der Halter wiederum kann versuchen, sich im Rahmen eines Produkthaftungsprozesses vom Fahrzeughersteller Entschädigung einzuklagen. Hierbei muss er allerdings beweisen, dass der Unfall aufgrund eines Fehlers des Fahrerassistenzsystems verursacht worden ist.

Handelt es sich dagegen um ein System, dass dem Fahrer Informationen, Warnungen oder Verhaltenshinweise an die Hand gibt, trägt nach wie vor der Fahrer die alleinige Verantwortung, selbst dann, wenn sich beispielsweise die Handlungsempfehlung als falsch herausstellen sollte. Wird z. B. bei einem Spurwechselassistenten der Fahrer bei einem beabsichtigten Wechsel der Fahrspur nicht über ein sich im toten Winkel befindliches Fahrzeug gewarnt und kommt es zu einem Unfall, so haftet der Fahrer, weil er seiner Sorgfaltspflicht (Spiegel- und Schulterblick) nicht nachgekommen ist. Die fehlende Warnung dürfte nicht zu einer Entlastung des Fahrers führen, ihn treffen die gleichen Pflichten wie bei einem Fahrzeug ohne dieses System. Auf der anderen Seite kann sich eine erhöhte Verantwortung insbesondere dann ergeben, wenn der Fahrer Warnungen und Informationen bewusst (vorsätzlich) ignoriert.

Auch bei übersteuerbaren Interventionssystemen muss der Fahrer das Verkehrsgeschehen beobachten, um einzugreifen, d. h. das System zu übersteuern, wenn dies erforderlich wird. Der Fahrer muss die Funktionsgrenzen kennen und beachten und muss auf einen Eingriff des Systems vorbereitet sein. Er darf sich nicht aus Überraschung fehl verhalten. Eine Haftung ist nur dann ausgeschlossen, wenn auch ein aufmerksamer und sorgfältiger Fahrer den Unfall nicht hätte verhindern können. Diese Frage der Kontrollierbarkeit wird im Rahmen eines PReVENT Projekts unter dem

³ Prof. Dr. iur. Bernhard Kempen: Fahrerassistenzsysteme und das Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr, Universität zu Köln, 15.3.2007

Titel RESPONSE 3 behandelt. Dort entwickeln Experten der Fahrerassistenz einen Code of Practice zum Nachweis der Kontrollierbarkeit an Systemgrenzen oder in Fehlersituationen von Fahrerassistenzsystemen. Folgt ein Hersteller von Fahrerassistenzsystemen den in diesem Code of Practice empfohlenen Mindestabsicherungen, Untersuchungen und Gegenmaßnahmen, so kann davon ausgegangen werden, dass ein aufmerksamer und sorgfältiger Fahrer dieses System beherrschen kann.

11 Ironies of Automation

Bereits 1983 konstatierte Bainbridge⁴ in ihrer Veröffentlichung „Ironies of Automation“ folgende Ironien, die zwar für Produktionsautomationen erdacht wurden, durchaus aber auch für Fahrerassistenzsysteme ihre Gültigkeit haben:

- Je weiter ein Kontrollsysteem fortschreitet, desto wichtiger wird der menschliche Bediener
- Je besser das System arbeitet, desto seltener muss der Mensch eingreifen, desto schlechter wird er dies aber können
- Ein Computer tut, was Menschen schlecht können, Menschen sollen aber überwachen, ob er das Richtige tut
- Der Mensch muss gerade dann eingreifen, wenn es die Automation nicht mehr schafft.

Systeme auf der Stabilisierungsebene müssen über eine so hohe Zuverlässigkeit verfügen, dass sie nicht auf das Eingreifen des Menschen angewiesen sind. Der Mensch gibt hier Vorgaben an das Fahrzeug (z.B. Richtungswunsch über Lenkbefehl) und das Fahrzeug nutzt alle Möglichkeiten, um dieser Vorgabe nachzukommen, indem es innerhalb von Millisekunden einzelne Räder abbremsst und die Bremse an anderen Rädern löst, das Antriebsmoment bei Allradfahrzeugen blitzschnell verlagert, den Lenkwinkel der Vorderräder kurzzeitig verändert, ohne dass dazu das Lenkrad verstellt werden muss, das Motorschleppmoment automatisch im sinnvollen Maß vergrößert oder reduziert usw. Zur Erfüllung dieser Zuverlässigkeitsanforderungen nutzen Stabilisierungssysteme im Allgemeinen Daten von Fahrzeug-Inertialsensoren. Beschleunigungen, Drehzahlen, Gierraten oder Geschwindigkeiten lassen sich mit hoher Sicherheit und Zuverlässigkeit im Fahrzeug messen und auswerten.

Assistenzsysteme auf der Führungsebene dagegen müssen die Verkehrssituation rund um das Fahrzeug analysieren und auf Basis der Messgrößen (Radar-, Video-, Ultraschallsignale etc.) häufig in Verbindung mit Kontexthypthesen daraus Interpretationen über die aktuell richtige Reaktion

⁴ Bainbridge (1983): Department of Psychology, University College London: Ironies of Automation

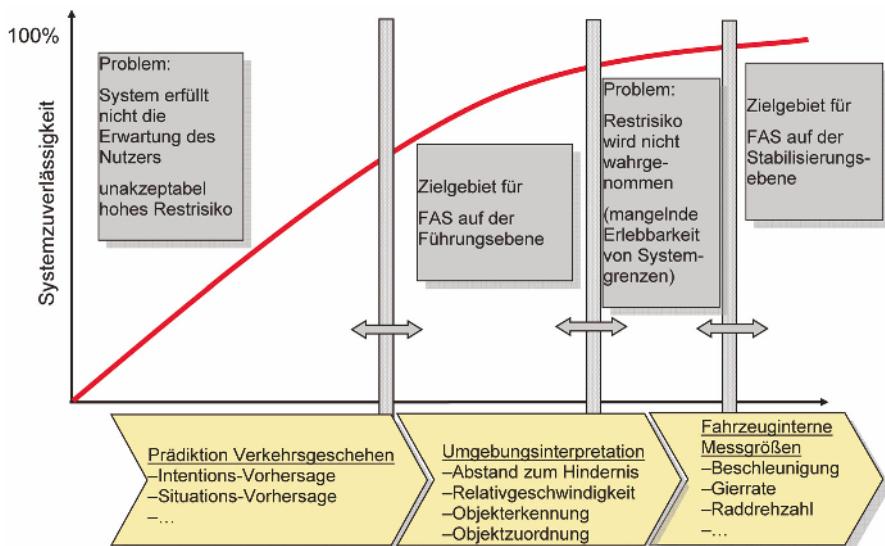


Abb. 12 Zuverlässigenksanforderungen an Unterstützungssysteme

konstruieren. Eine solche Kontexthypothese kann zum Beispiel die Annahme sein, dass der aktuelle Lenkeinschlag als Indikator über die aktuelle Kurvenrichtung und den Kurvenradius sich kurzfristig nicht ändert. Dies stimmt meist auf Autobahnen, kann aber in engkurvigen Landstrassen unter Umständen auch falsch sein. Die Zuverlässigkeit dieser Interpretationen ist somit häufig prinzipbedingt niedriger als die der Inertialsensorik. Hieraus entsteht die Notwendigkeit, in den allermeisten Fällen den Menschen als finalen Beobachter und Entscheider in der Regelkette halten zu müssen. Zurückkommend auf die oben beschriebenen Ironien entsteht hieraus die Forderung, dass der Fahrer möglichst gut über die Systemgrenzen informiert ist und den Umgang mit diesen Grenzen kennt.

In der Konsequenz bedeutet dies: die vermeintliche Optimierung von Funktionen kann dazu führen, dass der Fahrer ein Fehlverhalten eines Systems so selten erlebt, dass er dazu neigt, dem Fahrzeug „blind“ zu vertrauen. Im – zwar seltenen aber doch vorkommenden – Fall eines Fehlers kann er dann u.U. nicht mehr rechtzeitig und richtig eingreifen. Auch dieses Paradoxon muss im Rahmen des Nachweises der Kontrollierbarkeit berücksichtigt werden.

12 Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen

„Fahrerassistenzsysteme nehmen dem Fahrer die Aufgaben ab, die er auch gut selbst erledigen kann und geben dann, wenn es kritisch wird und der

Fahrer Unterstützung bräuchte, wieder an den Fahrer ab.“ Dieses provokante Statement schlägt einem manchmal von Kritikern der Fahrerassistenz entgegen. Die Aufgabe der Entwickler liegt in der Auswahl einer bedarfsgerechten Unterstützung und der sorgfältigen Auslegung der Assistenzsysteme. Hier soll noch einmal auf die zwei Aufgaben der Fahrerassistenz verwiesen werden: der Kompetenzsteigerung des Fahrers und der Abnahme unangenehmer Aufgaben. Nur unter Beachtung dieser Grundregel haben Fahrerassistenzsysteme eine Chance, vom Fahrer akzeptiert und entsprechend auch genutzt zu werden.

Fahrerassistenzsysteme müssen sowohl für den Fahrer als auch für den Käufer eines Fahrzeugs attraktiv sein. Noch sind wir weit von einer durchgängigen Serienausstattung mit solchen Systemen entfernt, die Kosten für Sensorik, Aktuatorik und zum Teil aufwendige Mensch-Maschine-Schnittstellen sind noch zu hoch, um sie dem Fahrzeug-Basispreis aufschlagen zu können. Die Bereitschaft der Kunden, immer mehr Geld für den Neukauf eines Fahrzeugs aufwenden zu müssen, ist begrenzt. Nur, wenn echter Mehrwert geliefert wird, wird sich ein Neuwagenkäufer diesen Funktionen zuwenden. Ein zusätzliches Sicherheitssystem (im Hintergrund) mit sich zu führen, das den Fahrer in Notsituationen unterstützt, stößt meist auf breite Zustimmung, eine Fahrzeugfunktion an Bord zu haben, die die Kompetenz des Fahrers erweitert, ihm in der Erledigung seiner Fahraufgabe zusätzliche Freude bereitet und ihn objektiv besser fahren lässt, sollte als Ziel angesehen werden.

Systeme, die dem Fahrer Aufgaben abnehmen, werden dann Akzeptanz erfahren, wenn der Fahrer diese Aufgaben nicht gern selbst erledigen würde. Ein adaptives Geschwindigkeits-Regelsystem, das z. B. ausgestattet mit einer Pseudointelligenz, die ständig versucht, dem Fahrer ein bestimmtes Fahrverhalten aufzudrängen, wird sicher nicht viele Freunde gewinnen. Nur wenn ein ACC aber viele Freunde gewinnt, können wir den Sicherheitsbenefit der abstandgeregelten Notbremsassistenz nutzen. Das ACC muss deshalb möglichst erwartungskonform und realitätsnah ausgelegt sein. Seine Dynamik sollte der des Fahrers möglichst nahe kommen. Wenn man ein ACC negativ beurteilt, weil es in seinem einstellbaren Mindestabstand der gesetzlich zulässigen Grenze sehr nahe kommt, dann erweist man der Sicherheit eher einen Bärenhund: wenn der Fahrer sich bei diesem Abstand unsicher fühlt, hat er die Möglichkeit, einen größeren Sekundenabstand zu wählen. Bleibt er allerdings bei einem Abstand von einer Sekunde, so ist anzunehmen, dass er auch ohne ACC einen ähnlich kurzen Abstand zum Vordermann wählen würde. Ein Fahrerassistenzsystem, dass hier als Erziehungsinstanz versucht, den Fahrer in seiner gewohnten Handlung zu dominieren und zu bevormunden verliert sehr schnell die Akzeptanz des Nutzers, was wiederum zu Ablehnung oder Nicht-Nutzung führt. Das dem System innenwohnende Potenzial des Sicherheitsgewinns bliebe damit ungenutzt.

Zusammen mit dem Würzburger Institut für Verkehrswissenschaften WIVW untersuchen Forscher der BMW Group, welche Unterstützungssysteme vom Fahrer (auch unter Berücksichtigung des Sicherheitsaspekts) akzeptiert werden und welche die Freude am Fahren sogar noch weiter steigern können. Diese Hedonismus-Frage wird als wichtiges Auswahlkriterium für zukünftige Systemauswahl und -gestaltung genutzt.

BMW führte in diesem Gesamtkontext eine Expertenumfrage durch, bei der verschiedene Fachleute der Fahrerassistenz im Rahmen einer Delphi-Studie rein auf Basis von Funktionsbeschreibungen (keine Simulation, kein Fahrzeug, keine MMI-Umsetzung o. ä.) um ihre Meinung bezüglich des Entlastungs-, Sicherheits-, Fahrspaß- und Nutzens-Potenzials befragt wurden. Zusätzlich wurde um eine Abschätzung der Realisierbarkeit (für das Jahr 2015) gebeten. Am Beispiel von drei Systemen der autonomen Querführung soll die Problematik beschrieben werden:

Den drei Systemen „Autonomer Stauassistent“ (Fahrzeug übernimmt Quer- und Längsführung, fährt im Stau autonom bis ca. 40 km/h), „Autonome Querführung“ (Übernahme der Querführung im gesamten Geschwindigkeitsbereich) und „Autonomer Spurwechsel“ (selbstständiges Absichern und Durchführen eines Spurwechsels durch das Fahrzeug) wird ein vergleichbares Sicherheitspotenzial zugestanden.

Bei der Frage nach dem Entlastungspotenzial schneidet der Stauassistent allerdings deutlich besser ab als die beiden Funktionen der autonomen Querführung und des Spurwechsels, wobei dem Spurwechsel noch einmal deutlich weniger Entlastungspotenzial zugestanden wird als der Querführung. Die Experten sind sich einig: ein Spurwechsel bedeutet keine große Belastung für den Fahrer. Diese Aufgabe kann er gut (und gern) selbst erledigen. Fahren im Stau dagegen ist eine unangenehme Aufgabe, die man eher an das Fahrzeug delegieren möchte. Entsprechend diesem Ergebnis schneidet der Nutzwert der autonomen Querführung und des autonomen Spurwechsels deutlich schlechter ab. Auch in der Realisierbarkeit bis 2015 herrschte für diese beiden Systeme eher Skepsis vor: während ein Stauassistent als „eventuell machbar“ angesehen wurde, war die Reaktion zu den beiden letztgenannten Funktionen eher verhalten.

Ähnliche Akzeptanzuntersuchungen werden künftig noch stärkeren Einzug in die Entscheidungsprozesse finden. Sie sind sinnvollerweise auf die Befragung technischer Laien zu erweitern. Das Problem liegt hierbei in der unzureichenden Abstraktionsfähigkeit von unbedarften Nutzern bezüglich technisch hochkomplexer und nur schwer zu beschreibender Zukunftssysteme. In der Zusammenarbeit zwischen Fahrzeugtechnikern, Psychologen und Statistikern wird nach geeigneten Erhebungsmethoden geforscht.

13 Ausblick: Wie werden Fahrzeuge im Jahr 2023 fahren?

Wenigstens eines ist sicher: Autos wird es auch in 15 Jahren noch geben. Vielleicht wird der Antrieb nicht mehr durch einen konventionellen Benzin- oder Diesel-Verbrennungsmotor erfolgen, aber der Individualverkehr wird nach wie vor unsere Mobilität sichern. Der Blick zurück lehrt uns, die Zukunft nicht zu visionär zu betrachten. Ein Quervergleich zur Entwicklung der Passiven Sicherheit zeigt: die Fahrzeuge Anfang der 90er Jahre hatten – zumindest in der Oberklasse - bereits ein umfangreiches Sicherheitssystem an Bord, Airbags für den Frontalaufprall, Gurtstrammer, energieabsorbierende Strukturen und stabile Fahrgastzellen gehörten zum gehobenen Standard. Damals kam immer wieder die Vision ins Gespräch, Sicherheitssysteme zu entwickeln, die das Anlegen des Sicherheitsgurtes überflüssig machen würden. Bis heute sind solche Systeme nicht wirklich gefunden. Der Sicherheitsgurt ist (mit gutem Recht) das Rückhaltesystem Nummer eins. Eine aktive Benutzung durch den Fahrer ist erforderlich, kann aber auch vorausgesetzt werden. Weiterentwickelt haben sich die Systeme der Passiven Sicherheit dort, wo ein hoher Bedarf bestand (z. B. Seiten-aufprall) sowie technisch sinnvolle und ökonomisch vertretbare Lösungen verfügbar waren.

Ähnliches lässt sich für die Fahrerassistenz prognostizieren: Die Systeme werden sich in den nächsten Jahren sowohl in ihrem Unterstützungsgrad als auch in ihrer Erwartungskonformität weiter steigern. Auch die Fahrer werden sich langsam aber sicher an die elektronischen Helferlein gewöhnen. Die Annäherung erfolgt somit in beiden Richtungen: die Maschine wird sich menschenähnlicher verhalten und der Mensch wird stärker die Möglichkeiten und Grenzen der Maschine und den Umgang damit lernen. Eine vollkommene Autonomie wird es aber auch in 15 Jahren höchstens in vereinzelten Sonder-Anwendungen geben.

Die Vision vom „Taxi ohne Taxifahrer“ inmitten des normal fließenden Verkehrs, wie sie in manchem Science Fiction vorgestellt wird, scheitert an der technischen Machbarkeit. Während der Mensch zum Beispiel bewusst eine Regelverletzung begehen kann, um noch größeren Schaden zu verhindern, hält ein technisches System stringent an dem programmierten Algorithmus fest. Lediglich in Grenzbereichen besteht die Möglichkeit für automatisch agierende und eingreifende Systeme. Während im normalen Fahrbetrieb bei mittleren bis höheren Geschwindigkeiten ein autonomer Bremseingriff nur kurz und nicht mit voller Kraft erfolgen kann, weil selbst eine sehr gute und zuverlässige Umfeldsensorik nicht alle Eventualitäten der Fahrsituation berücksichtigen kann, könnte z. B. bei einem Linksabbiege-Assistenten ein Anfahren des Fahrzeugs trotz entgegen kommenden Verkehrs unterbunden werden oder ein langsam in Richtung des Gegenverkehrs fahrendes Fahrzeug auch bis zum Stillstand abgebremst werden. Auch für solche Funktionen bedarf es noch großer Anstrengun-

gen sowie technologischer Weiterentwicklungen und verhaltenspsychologischer Untersuchungen, die Machbarkeit wird aber unter Fachleuten positiv eingeschätzt. Auch der Sicherheitsgewinn steht außer Frage. Ähnlich dieser Funktion werden sich weitere finden, die den Fahrer dort unterstützen, wo er Hilfe brauchen kann und bereit ist, diese auch anzunehmen.

Ein großer Schritt zur Verbesserung der technischen Güte von Assistenzsystemen sowohl im Sinne einer Komfort- als auch einer Sicherheitsoptimierung könnte erreicht werden, wenn Fahrzeuge untereinander und mit Komponenten der sie umgebenden Infrastruktur kommunizieren könnten. Dieser unter dem Schlagwort C2x – also der Car-to-Car/Car-to-Infrastruktur-Kommunikation zusammengefasste Themenbereich ist ein wichtiger aber auch enorm komplexer Baustein zukünftiger Fahrzeugentwicklungen. Fahrzeuge, die ihren Fahrer bereits vor einer Kurve über ein dahinter liegendes Hindernis warnen, die ihre Erfahrungen z.B. über eine Glatteis-Stelle an den nachfolgenden Verkehr weitergeben können oder die ihrem Fahrer mitteilen, dass einige Autos vor ihm auf der Autobahn ein Fahrzeug sehr stark bremst, können helfen, die Zahl der Unfälle weiter zu reduzieren.

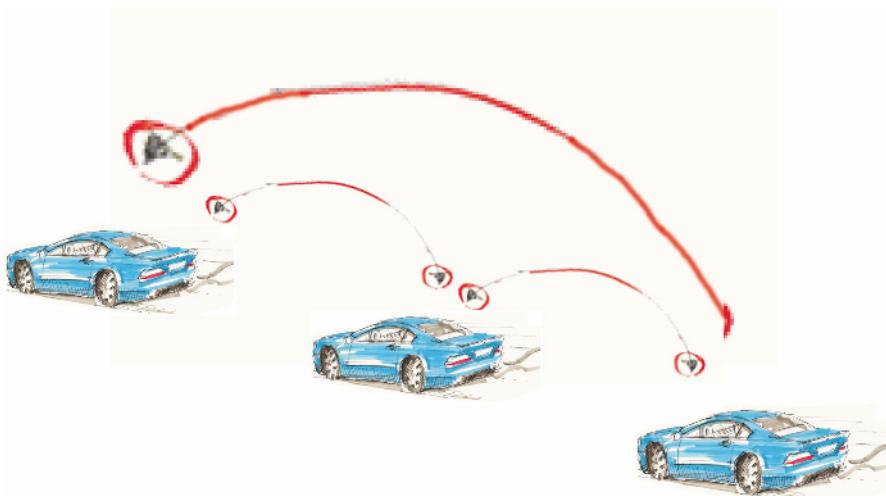


Abb. 13 C2x – Kommunikation „elektronisches Bremslicht“

Mit steigender Qualität der Aussage über das Fahrzeugumfeld bekommen auch eingreifende Systeme eine größere Berechtigung. Wenn der Fahrer auf eine offensichtlich rote Ampel zufährt, dann kann, entsprechende Kommunikation zwischen Ampel und Fahrzeug vorausgesetzt, der Fahrer zunächst gewarnt werden. Wird diese Warnung ignoriert, dann kann das Fahrzeug auch autonom anbremsen. Selbst hier ist aber eine automatisch aktivierte Vollbremsung nicht akzeptabel. Der Fahrer kann sich aus guten Gründen dafür entschieden haben, eine offensichtlich freie, übersichtliche

Kreuzung trotz roter Ampel zu überfahren, weil er z. B. einen großen Lkw mit hoher Geschwindigkeit von hinten auf sich zufahren sieht oder weil er einem Rettungswagen Platz schaffen will.

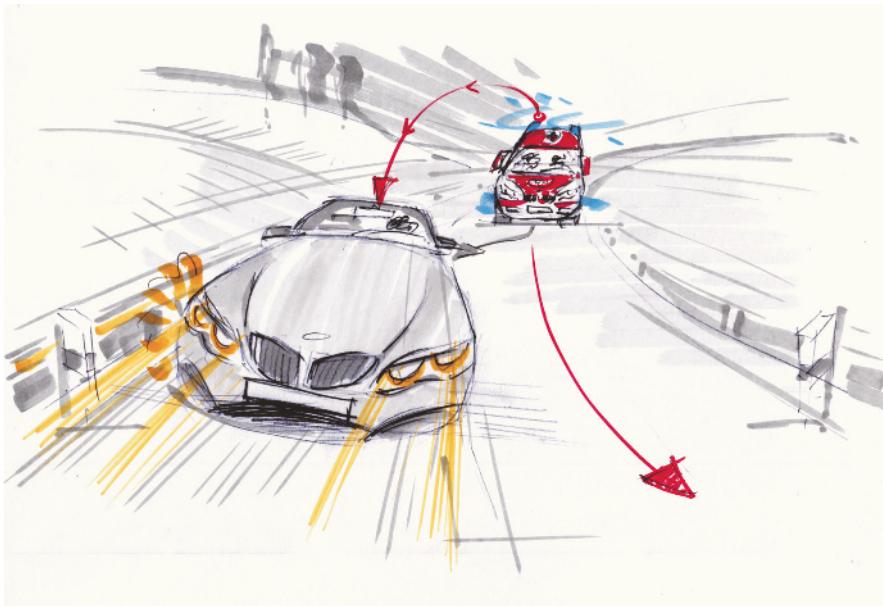


Abb. 14 C2x-Kommunikation „Einsatzfahrzeug-Signalisierung“

Auch diese geschilderten Risiken wären zu reduzieren, wenn zunächst alle Fahrzeuge, später sogar alle Verkehrsteilnehmer mit entsprechender Kommunikationstechnologie ausgestattet wären. Wie lange dies allerdings dauert zeigt ein einfaches Zahlenspiel.

Zur Nutzung einer Fahrzeug-Fahrzeug Kommunikation für Sicherheitsanwendungen muss eine Mindest-Penetrationsrate von 10% aller Fahrzeuge auf unseren Straßen mit diesen Kommunikationssystemen ausgestattet sein. Ab dieser Ausstattungsrate wird bei den gegebenen Reichweiten einer DSRC-(Dedicated Short Range Communication)Technologie die Wahrscheinlichkeit ausreichend groß, dass in einer kritischen Verkehrssituation Informationen von anderen Fahrzeugen mitgenutzt werden können. Wenn vom heutigen Tag an alle Fahrzeuge der Oberklasse und der oberen Mittelklasse serienmäßig mit solchen Systemen ausgestattet würden, dann würde diese kritische Masse trotzdem nie erreicht werden. Würden 25% der gesamten Neuwagenproduktion (z. B. alle Fahrzeuge, die heute ab Werk mit Navigationssystemen ausgestattet werden) entsprechend ausgerüstet, dann wäre mit Erreichen der besagten 10% nach ca. 6 Jahren zu rechnen.

Auch wenn oder gerade weil der Prozess einer solchen Technologieeinführung so lange dauert, muss so bald wie möglich begonnen werden,

entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen. Um diesen kritischen Prozentsatz möglichst schnell zu erreichen, werden daher Anstrengungen unternommen, durch Standardisierung und Zusammenarbeit aller Fahrzeughhersteller und Zulieferer die technologischen Voraussetzungen zu schaffen, auf deren Basis C2x-Kommunikations-Applikationen entwickelt werden können. Im Mai 2007 wurde durch Hessens Ministerpräsident Koch, dem VDA Präsidenten Prof. Gottschalk und anderen Vertretern von Politik und Wirtschaft das Projekt SIM TD, Sichere Intelligente Mobilität – Testfeld Deutschland gestartet. In diesem Projekt wird erstmals in einem Großversuch die Vernetzung von Fahrzeugen – und das über die Grenzen einzelner Hersteller hinaus – untersucht und erprobt, um den Nutzen intelligenter Kommunikation für die Verkehrs-Sicherheit und -Effizienz zu erhöhen. Das auf vier Jahre ausgelegte Projekt gliedert sich in drei Phasen. Phase 1 umfasst in einem Zeitraum von 18 Monaten die Planung des Feldversuchs und die Entwicklung der Hard- und Softwarekomponenten. Der Einbau der Hard- und Software in die Testfahrzeuge und die Verkehrsinfrastrukturpunkte findet in Phase 2 statt (12 Monate). Abschließend erfolgt in Phase 3 die Inbetriebnahme der Testflotte im Testgebiet mit begleitender Datenerhebung (18 Monate). Bis zu 500 Fahrzeuge werden, mit Datenboxen ausgestattet, an diesem Großversuch teilnehmen. Ähnliche Versuche laufen zurzeit in den USA, wo speziell das Problem der Kreuzungsunfälle adressiert wird.

Auch dank dieser Unternehmungen werden in 15 Jahren unsere Fahrzeuge mit noch besseren und zuverlässigeren Informationen über das sie umgebende Verkehrsgeschehen unterwegs sein. Der Fahrer wird trotzdem nicht zum Passagier. Er kann und darf weiter selber fahren, hat sogar mehr Möglichkeiten, sich staufrei zu bewegen, kennt auch in unbekanntem Gelände die Tücken der nächsten Kurven besser und kann somit sicherer und mit mehr Freude fahren.

14 Zusammenfassung

Fahrerassistenzsysteme sind auf dem Vormarsch. Auf den verschiedenen Ebenen der Fahraufgabe unterstützen sie den Fahrer, indem sie ihn informieren, warnen, Handlungsempfehlungen geben oder durch Intervention in mehr oder weniger starkem Maße in Teile der Fahraufgabe eingreifen. Fahrerassistenzsysteme leisten damit sowohl Beiträge zur Komfortsteigerung als auch zur Erhöhung der Verkehrssicherheit. Die Wahrnehmung der letztgenannten Aufgabe geschieht häufig durch eine Kompetenzsteigerung des Fahrers, nicht unbedingt durch ein autonomes Eingreifen des Fahrzeugs oder sogar durch Überstimmung des Fahrerwunsches. Diese Einschränkung stellt keinen Makel der Fahrerassistenzsysteme dar. Der Fahrer bleibt in der Kontrollfunktion und wird ausgestattet mit dem rich-

tigen Maß an wichtigen Informationen, um seiner Aufgaben noch besser gerecht zu werden. Fahrerassistenzsysteme stellen im übertragenen Sinn die Verlängerung der Nervenbahnen des Fahrers dar, sie erlauben dem Fahrer, komplexere Umstände zu berücksichtigen, als dies seine fünf Sinne bisher ermöglichten. Im vorliegenden Beitrag wurde dargestellt, dass ein Wechsel von der Führung durch den Fahrer auf die Führung durch das Fahrzeug technisch weder sinnvoll noch realistisch möglich erscheint. Die Zusammenführung der Fähigkeiten beider Parteien, dem Fahrer und dem technischen System, ermöglicht die Nutzung vieler Synergien sowohl im Sinne der Stressreduzierung als auch zum Komfortgewinn und zur Sicherheitsverbesserung. Autofahren darf und wird auch in Zukunft noch eine Tätigkeit sein, die von Menschen gern wahrgenommen wird.

Mit moderner Technik, Ingenieurskunst und vernetztem Denken werden wir die Sicherheit des Straßenverkehrs noch weiter verbessern. Aber das ist nicht alles, denn auch in 15 Jahren wird der Slogan noch gelten: „Autofahren ist weit mehr als nur Unfallvermeidung“.