

Akzeptanz teilautomatisierter Fahrzeugführung

Rollen, Aufgaben, Emotionen: Erkenntnisse aus 7 Jahren Forschung

Dr. Michaela Kauer-Franz¹, Dr. Benjamin Franz², Dr. Bettina Abendroth¹

1: Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt, Otto-Berndt-Straße 2, 64287 Darmstadt

2: Custom Interactions UG (haftungsbeschränkt), Robert-Bosch-Straße 7, 64293 Darmstadt

1. Einleitung

In fast jedem aktuellen Neufahrzeug findet sich inzwischen eine Vielzahl von Fahrerassistenzsystemen, deren Ziel es ist, den Komfort des Fahrers zu steigern und ihn zu entlasten [1-2]. Da jedoch jedes Fahrzeug andere Assistenzsysteme mit anderen Systemgrenzen, Anzeigen und Bedienmöglichkeiten hat sowie mehrere Systeme gleichzeitig zu bedienen sein können, kann es unter Umständen durch eben diese Systeme zu einer Überforderung des Fahrers kommen. Ein Ansatz, der versucht alle Systeme in ein übergeordnetes System zu integrieren und damit eine Abstimmung der Systeme untereinander und die Kommunikation zum Fahrer zu vereinfachen, ist der Ansatz der manöverbasierten Fahrzeugführung. Dieser Beitrag stellt eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse zur Akzeptanz manöverbasierter Fahrzeugführung aus den Studien an der Technischen Universität Darmstadt dar, bei denen mit Conduct-by-Wire eine mögliche Umsetzung mehrfach weiterentwickelt und erprobt wurde. Dabei widmet sich der Beitrag vor allem der Frage, wie die Chancen einer teilautomatisierten Fahrzeugführungslösung aus Nutzersicht zu bewerten sind. Es wird darauf eingegangen, welche Akzeptanzhürden aber auch Chancen teilautomatisierte Konzepte in den nächsten Jahren haben werden. Dazu wird in einem ersten Schritt das manöverbasierte Fahrzeugführungskonzept Conduct-by-Wire vorgestellt, um anschließend die betrachteten Fragestellungen und Studien vorzustellen. Die Ergebnisse aller Studien werden zusammenfassend berichtet und abschließend diskutiert.

2. Teilautomatisierte, manöverbasierte Fahrzeugführung am Beispiel von Conduct-by-Wire

Das Forschungsprojekt Conduct-by-Wire [3] wurde an der Technischen Universität Darmstadt zwischen 2008 und 2014 aktiv durch die DFG gefördert. An der Erforschung waren zwei Institute beteiligt: Auf der einen Seite das Fachgebiet Fahrzeugtechnik mit Schwerpunkt auf der technischen Umsetzung der Lösung, auf der anderen Seite das Institut für Arbeitswissenschaft mit Schwerpunkt auf der menschengerechten Gestaltung. In diesem Artikel werden ausschließlich die Ansichten und Ergebnisse des Instituts für Arbeitswissenschaft dargestellt.

Conduct-by-Wire ist ein teilautomatisiertes Fahrzeugführungsparadigma, bei dem die Interaktion mit dem Fahrzeug nicht mehr wie heute per stabilisierender Eingaben anhand von Lenkrad und Pedalen erfolgt, sondern in dem der Fahrer auf Bahnführungsebene Manöverbefehle (z.B. links abbiegen; Fahrstreifenwechsel rechts) an das Fahrzeug übergibt, die dieses dann selbstständig ausführt. Dazu überprüft das Fahrzeug zuerst, welche Manöver zurzeit verfügbar sind, bietet diese dem Fahrer an und überprüft nach Beauftragung die aktuelle Ausführbarkeit des jeweiligen Manövers (z.B. Ist der Fahrstreifen auf den gewechselt werden soll gerade frei?). Bei sicherer Ausführbarkeit setzt das Fahrzeug das Manöver selbstständig um. Conduct-by-Wire setzt damit eine teilautomatisierte Lösung

um, die auf einzelnen, abgeschlossenen Handlungseinheiten (Manövern) basiert und die Fahraufgabe so in kleine Teile zerlegt. Diese Handlungseinheiten wurden in Versuchen mit Fahrern identifiziert und stellen damit eine Aufteilung der Fahraufgabe aus Fahrersicht – nicht aus technischer Sicht, die weitaus komplexer sein kann – dar [4]. Es konnte während der Projektlaufzeit in verschiedenen Studien gezeigt werden, dass das Fahren mit dieser Art von Fahrzeugführungskonzept aus der Sicht des Fahrers möglich ist und mit verschiedenen Interfacevarianten umgesetzt werden könnte [4-6]. Auch ein Patent für eine Umsetzung wurde inzwischen erteilt [7], eine ausführliche Darstellung des Konzepts findet sich auf der Internetseite www.piedrive.de, eine ausführlichere Darstellung der Studien zur Umsetzung und Evaluation verschiedener Interfacevarianten findet sich in [8].

Eine unter Automobilherstellern öfter vertretene These ist, dass die Umsetzung einer teilautomatisierten Fahrzeugführung eine durchaus interessante Alternative darstellt. Dies wird damit begründet, dass das Fahrzeug - verglichen mit einer Vollautomatisierung - noch nicht alle Situationen fehlerfrei beherrschen können muss und der Fahrer dem System als Rückfallebene erhalten bleibt. So wird es Fahrzeugherstellern ermöglicht, höhere Automatisierungsgrade schon deutlich früher auf den Markt zu bringen als dies bei hochautomatisierten Fahrzeugen der Fall wäre und dies auch noch mit einem geringeren rechtlichen Risiko, da der Fahrer offiziell die Verantwortung über das Fahrzeug behält.

Neben der reinen technischen Machbarkeit und Attraktivität eines Konzepts stellt sich jedoch immer die Frage, ob ein Konzept aus Fahrersicht (Nutzersicht) umgesetzt werden sollte. Dieser Artikel versucht im Folgenden diese Frage durch eine Übersicht der bestehenden Studien zu beantworten und eine Antwort auf die Frage der Akzeptanz eines solchen Fahrzeugführungskonzepts zu geben. Akzeptanz wird dabei für diesen Beitrag entsprechend den Vorarbeiten als „positive Einstellung gegenüber einem Produkt und die Bereitschaft zur Benutzung dieses Produkts“ definiert [9]. Die Ergebnisse in diesem Beitrag sind als qualitativ zu verstehen und versuchen nicht, ein statistisches Modell der Akzeptanzfaktoren abzubilden. Vielmehr ist das Ziel, eine subjektive Bewertung teilautomatisierter Fahrzeugführungskonzepte aus Fahrersicht darzustellen.

3. Studien

In der Zeit zwischen 2008 und 2014 wurden im Rahmen des Projekts Conduct-by-Wire am Institut für Arbeitswissenschaft insgesamt 11 Nutzerstudien mit ca. 480 Probanden durchgeführt. Im Forschungsprojekt Proreta wurden weitere 2 Nutzerstudien mit ebenfalls 70 Teilnehmern durchgeführt, so dass das Gebiet der teilautomatisierten, manöverbasierten Fahrzeugführung mit 13 Studien und ca. 550 Teilnehmern untersucht wurde. Hier dargestellt werden vor allem die Studien und Ergebnisse, die einen qualitativen Beitrag zur Beantwortung der Akzeptanzfrage liefern. Die Studien werden einmalig zu Beginn des Unterkapitels zitiert.

3.1. Identifikation von Nutzungsszenarien [10]

Relativ zu Beginn der Projektlaufzeit von Conduct-by-Wire wurden 2 Fokusgruppen und 1 Workshop mit insgesamt 20 Teilnehmern (9 Frauen, Durchschnittsalter: 26,15 Jahre) durchgeführt. Ziel der Fokusgruppen/des Workshops war es, mögliche Nutzungsszenarien für ein teilautomatisiertes Fahrzeug aus Nutzersicht zu identifizieren. Dabei wurden alle Teilnehmer gebeten, auch zu berücksichtigen, auf welcher Art von Straße sie sich bewegen und ob sie alleine oder mit mehreren Personen unterwegs sind. Es zeigte sich, dass alle Teilnehmer das Conduct-by-Wire-Fahrzeug auf allen bekannten Straßentypen nutzen wollen würden und zwar unabhängig von der Art und Anzahl

der Mitfahrer sowie von Tageszeit und Dauer der Fahrt. Allerdings scheint die Grundeinstellung der Teilnehmer dem Autofahren selbst gegenüber einen relevanten Einfluss auf die Situationen zu haben, in denen Fahrer bereit sind, ein System wie Conduct-by-Wire zu verwenden. Personen, die selbst nicht gerne Autofahren, sehen in Conduct-by-Wire eine willkommene Entlastungsmöglichkeit, die sie gerne verwenden möchten. Personen die selbst gerne Autofahren haben Angst vor einer zu großen Einschränkung durch das System. Zusätzlich ist das Vertrauen, das Fahrer bereit sind einem solchen System entgegen zu bringen, stark abhängig von der Technikbegeisterung der jeweiligen Person. Neben diesen allgemeinen Tendenzen zur Nutzung zeigte sich, dass Fahrer Angst vor einer „Verödung“ der Fahraufgabe haben, da die eigene Hauptaufgabe auf die Überwachung eines Systems reduziert wird. Das kann zwar auf der einen Seite gefühlt zu einer Entlastung führen, auf der anderen Seite aber auch zu einer Unterforderung und damit zu einer Ablenkung von der Aufgabe durch andere Tätigkeiten (z.B. Bedienung von Smartphones), da die eigene Kompetenz gefühlt nicht mehr gebraucht wird. Als relevante Szenarien für die Nutzung eines teilautomatisierten Systems haben sich aus dieser Studie vor allem die Situationen herauskristallisiert, die für den Fahrer eine starke Belastung (z.B. durch Müdigkeit, Stau, Stress) darstellen oder ein großes Potential für Langeweile (z.B. die tägliche Fahrt zur Arbeit, die hinreichend bekannt ist) beinhalten.

3.2. Verifikation der Nutzungsszenarien anhand von einer Onlinestudie [11]

Da die Nutzungsszenarien nur mit einer geringen Anzahl an Fahrern gewonnen wurden, wurde eine Online-Studie durchgeführt bei der eine größere Anzahl von Nutzern mit möglichen Szenarien konfrontiert werden sollte. Ziel war es, eine belastbarere Aussage zu sinnvollen Anwendungsfällen für teilautomatisierte Fahrzeugführungskonzepte zu ermöglichen. An der Onlinestudie nahmen insgesamt 118 Personen teil (22,9% weiblich, Durchschnittsalter 28,34 Jahre mit SD = 7,67). Inhaltlich bestand die Studie aus mehreren Teilen: auf der einen Seite wurden die Teilnehmer gebeten, das vorgestellte Fahrzeugführungskonzept anhand von Fragebogenitems zu bewerten. Dies sollte der Identifikation von relevanten Akzeptanzfaktoren dienen und damit die Bildung eines statistischen Modells ermöglichen. Auf der anderen Seite wurden die aus den Fokusgruppen und dem Workshop bei [23] extrahierten Nutzungsszenarien vorgestellt und sollten hinsichtlich der Attraktivität für das Konzept durch eine breitere Masse bewertet werden. Hier wird ausschließlich auf die Ergebnisse zu den Szenarien eingegangen.

Es wurden acht mögliche Szenarien in jeweils 3 bis 5 Sätzen vorgestellt: Einen Freund vom Flughafen abholen, Shoppen in der Innenstadt, Pendeln zur Arbeit, eine Dienstreise, nachts von einer Party heimfahren, auf dem Nürburgring fahren, mit der Familie in Urlaub fahren und mit Freunden Cruisen gehen. Für jedes Szenario sollte entschieden werden, ob Conduct-by-Wire verwendet werden würde oder nicht. Weiterhin wurde darum gebeten, die Entscheidung zu erklären. Im Anschluss wurde ein paarweiser Vergleich durchgeführt, durch den ein Ranking der Szenarien hinsichtlich Eignung für Conduct-by-Wire erschlossen werden konnte. Abbildungen 1 und 2 zeigen die Ergebnisse aus der Originalveröffentlichung.

Wie Abbildung 1 entnommen werden kann, stellt sich für jede Situation ein gemischtes Bild ein. Es gibt keine Situation in der alle Fahrer eine teilautomatisierte Lösung nutzen würden. Auf der anderen Seite gibt es jedoch auch keine Situation, in der keiner der befragten Fahrer die teilautomatisierte Lösung verwenden würde. Dennoch lässt sich anhand der Rot- (ja, würde ich nutzen) zu Blau-Anteile (nein, würde ich nicht nutzen) ablesen, dass tendenziell mehr blaue Anteile vorherrschen und damit eher eine skeptische Haltung der teilautomatisierten Fahrzeugführung gegenüber existiert. Dennoch

ist die Nutzungshäufigkeit bzw. die Eignung der Situationen erwartungskonform verteilt. Wie man Abbildung 2 entnehmen kann, wird eine teilautomatisierte Fahrzeugführungslösung dann als ungeeignet empfunden, wenn der Fokus der Fahraufgabe auf dem eigenen Spaß (Cruisen mit Freunden) oder der eigenen Fahrkompetenz (fahren auf dem Nürburgring) liegt. In Situationen in denen Fahrer mit unbekannten, (Dienstreise, Urlaubsfahrt) oder hoch bekannten Strecken (Pendeln) sowie beanspruchenden Situationen (nachts von der Party heimfahren) konfrontiert werden, wird ein solches System als Entlastung und positiv wahrgenommen.

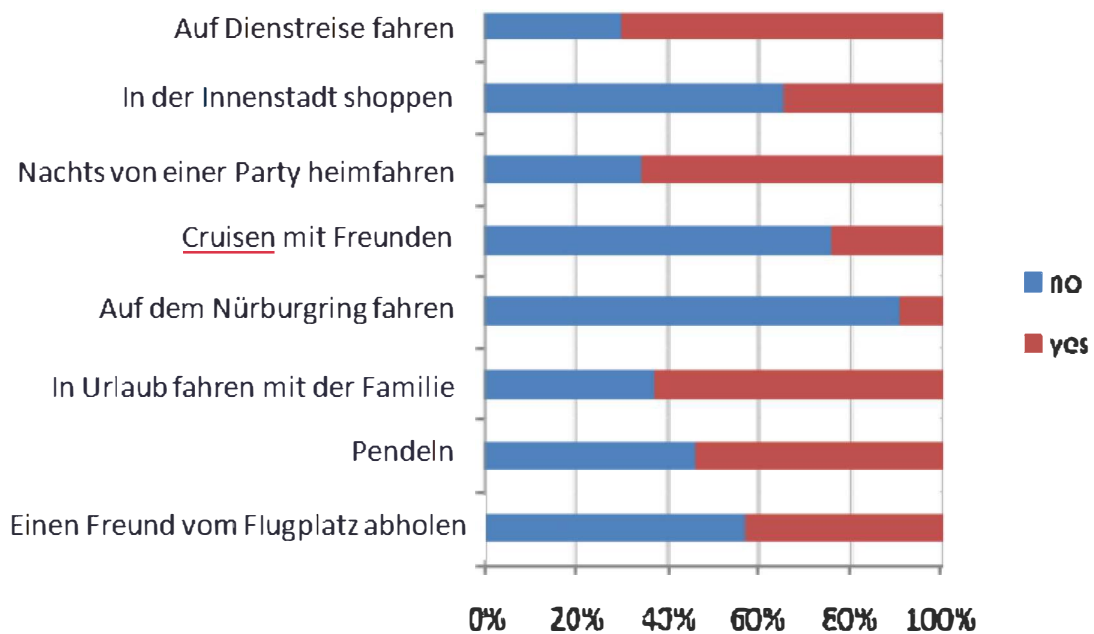


Abbildung 1: Prozentualer Anteil an Personen, die Angaben das teilautomatisierte Konzept in einer bestimmten Situation nutzen zu wollen (N = 118).

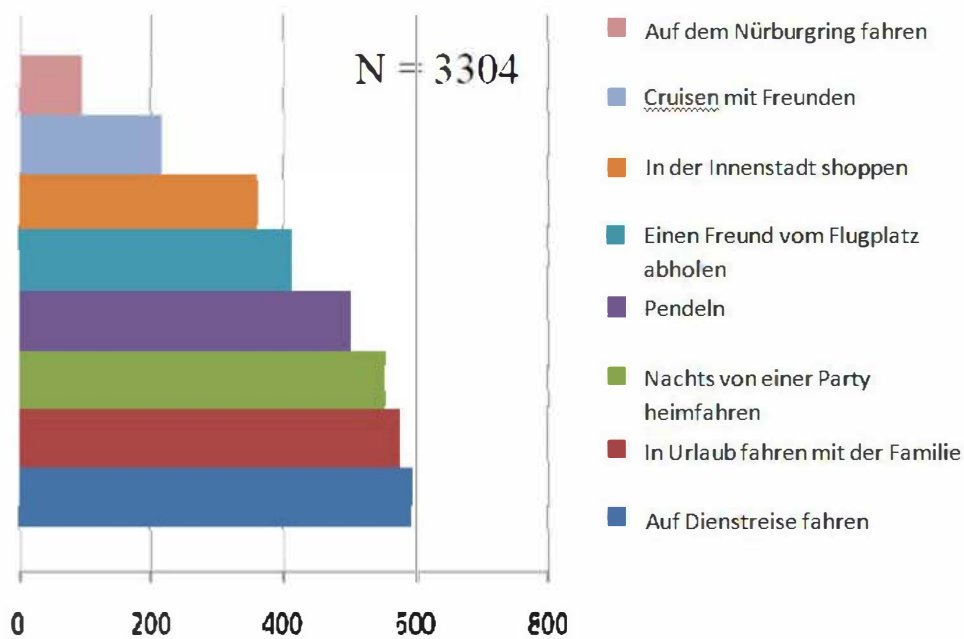


Abbildung 2: Ranking der Situationen nach paarweisem Vergleich. Ein hoher Wert gibt an, dass diese Situation häufiger als geeignet für manöverbasierte Fahrzeugführung empfunden wurde.

3.3. Vergleich erfahrene und unerfahrene Fahrer [12]

In einer weiteren Studie sollte die Akzeptanz von einer teilautomatisierten Fahrzeugführungslösung zwischen erfahrenen und unerfahrenen Fahrern verglichen werden. Dazu wurden insgesamt 44 erfahrene Personen mit einer Gesamtfahrleistung von mehr als 100.000km (11 Frauen, Altersdurchschnitt 28,7 Jahre, SD = 10,4) mit 15 unerfahrenen Fahrern (7 Frauen, Durchschnittsalter 17 Jahre, SD = 1,33) verglichen, die bisher ausschließlich am Theorieunterricht der Fahrschule teilgenommen hatten. Um die manöverbasierte Fahrzeugführung mit herkömmlicher Fahrzeugführung zu vergleichen, wurde Conduct-by-Wire prototypisch am Fahrsimulator des Instituts für Arbeitswissenschaft umgesetzt. Auf einer Strecke von insgesamt ca. 110 km (aufgeteilt in eine kurze Anlernstrecke sowie eine Strecke von 55 und eine von 60km) konnten die Teilnehmer die manöverbasierte Fahrzeugführung ausprobieren. Die zweite Teilstrecke mit 60 Kilometern wurde anschließend erneut manuell durchfahren. Bei der Versuch lag der Fokus auf einem Abgleich klassischer Technikakzeptanzmodelle (Technology Acceptance Model [13]) mit den Ergebnissen, die in diesem Umfeld zu finden sind.

Es zeigt sich bei beiden Gruppen von Fahrern, dass vor allem die subjektiv empfundene Nützlichkeit des Fahrzeugführungskonzepts zu einer positiven Akzeptanz des Systems beiträgt. Der Fahrspaß – der als relativ gering erwartet wird – und die Einfachheit der Bedienung – die relativ gut ist – tragen beide nicht oder nur sehr wenig zur Akzeptanz bei. Dafür zeigt sich, dass andere Faktoren wie z.B. die Passung des Systems zur eigenen Persönlichkeit für die Fahrer sehr relevant zu sein scheinen. Dies erscheint überaus passend, bedenkt man, dass schon in der Studie zu den Nutzungsszenarien gezeigt werden konnte, dass die Nutzung des Systems eher davon abhängig ist, ob jemand gerne Auto fährt und Technik mag, als von der Situation in der das Fahrzeug verwendet wird. Die Ergebnisse dieser zweiten Studie weisen darauf hin, dass teilautomatisiertes Fahren zum damaligen Zeitpunkt als nicht

besonders attraktiv wahrgenommen wurde und das eine gute Gebrauchstauglichkeit des Systems nicht ausreicht, um dies zu kompensieren. Auch eine erlebte körperliche Entlastung (vgl. hierzu [10]) führt nicht zu einer hohen Intention zur Nutzung des Systems. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass Entlastung – vor allem für unerfahrene Fahrer – nicht eins der primären Ziele des Autofahrens zu sein scheint und ein gewisses Maß an Beanspruchung durchaus gewünscht ist. Auch dies passt wieder zu den Befürchtungen der Fahrer aus den Fokusgruppen und dem Workshop zum Thema Nutzungsszenarien, als Überwacher der Systeme mit den eigenen Fähigkeiten nicht mehr gefragt zu sein.

3.4. Rollenverständnis des Fahrers in der teilautomatisierten Fahrzeugführung [14]

Um nähere Erkenntnisse zu der erlebten Rolle des Fahrers im Kontext der teilautomatisierten Fahrzeugführung zu erlangen, wurde eine weitere Fahrsimulatorstudie durchgeführt. Bei dieser Studie wurden insgesamt 50 Personen interviewt (36 Männer, Durchschnittsalter 27,3 Jahre, SD = 8,6), nachdem sie Conduct-by-Wire mit drei verschiedenen Interfaces auf je einer ca. 18 Kilometer langen Strecke im Fahrsimulator ausprobiert hatten. In diesem Interview sollte die Selbstwahrnehmung als Fahrer, die Veränderung dieser Wahrnehmung durch die teilautomatisierte Fahrzeugführung und ihr Bild vom idealen Fahrer erfasst werden. Die Studie dauerte pro Teilnehmer ca. 2 Stunden, wovon ca. 15-30 Minuten auf die Durchführung des Interviews entfielen. Um die Ergebnisse der Studie zu ergänzen, wurde eine weitere Interviewstudie durchgeführt, bei der die Teilnehmer das Konzept nur theoretisch erklärt bekamen, es jedoch nicht selbstständig im Fahrsimulator ausprobieren konnten. Für diese Studie wurden als Teilnehmer vorwiegend erfahrene Fahrer gesucht, die eine hohe Jahreskilometerfahrleistung aufwiesen. Insgesamt nahmen an der Interviewstudie weitere 25 Personen teil (17 Männer, Durchschnittsalter 37,3 Jahre, SD = 15), von denen 14 täglich zur Arbeit pendelten.

Alle Interviews wurden per Tonband aufgenommen, im Anschluss transkribiert und die Antworten durch zwei Experten gruppiert. Als erstes sollten die Teilnehmer angeben, welche Aufgaben sie beim manuellen Fahren gewöhnlich haben. Hier zeigt sich, dass das sichere Befördern des Fahrzeugs von einem Punkt zu einem anderen und die Berücksichtigung des Verkehrs als Hauptaufgabe gesehen wird. Den Verkehrsregeln zu folgen oder sogar Spaß zu haben, wurde dagegen nur sehr selten von den Fahrern genannt. Aus Sicht der Fahrer brauchen sie vor allem gute kognitive Fähigkeiten (z.B. hohe Konzentration und Aufmerksamkeit, schnelle Entscheidungsfindung) und Erfahrung, um diese Aufgabe erfolgreich auszuführen.

Durch die Verwendung eines teilautomatisierten Fahrzeugführungskonzepts ändern sich aus Fahrersicht vor allem die physische Fahraufgabe (z.B. das tatsächliche Stabilisieren des Fahrzeugs entfällt) sowie die kognitiven Aufgaben des Fahrers (z.B. muss gefühlt weniger Information verarbeitet werden, dafür muss jedoch gefühlt eine höhere Daueraufmerksamkeit geleistet werden). Emotionale Aspekte wurden von den Fahrern seltener genannt. Hier zeigt sich jedoch auch eine Zweiteilung der Antworten: Ein Teil der Fahrer erwartet positive Veränderungen durch die gefühlte Entlastung, ein Teil erwartet den Verlust von Spaß am Fahren und Langeweile. Auch hier zeigt sich das Muster, das bereits in den Fokusgruppen/Workshops zur Identifizierung des Nutzungskontexts gewonnen werden konnte: die Fahrer, die sich eher als aggressiv und fahrfreudig empfinden, stehen den Veränderungen negativer gegenüber als die Fahrer, die sich selbst als vorsichtig und passiv empfinden. Es wurde weiterhin gefragt, ob die Veränderungen hinsichtlich Fahraufgabe und eigenen

Kompetenzen als positiv oder negativ erlebt werden. Auch hier zeigte sich die erwartete Zweiteilung der Antworten.

Auch wenn die Ergebnisse bis dahin maximal ein gespaltenes Bild für die Akzeptanz von teilautomatisierten Lösungen zeichnen, so hat sich vor allem der dritte Fragenkomplex (Wie ist der ideale Fahrer) als vielversprechend herausgestellt. Die Beschreibung des idealen Fahrers orientieren sich dabei sehr stark an der defensiven und sicherheitsorientierten Systemauslegung, die für die ersten (teil-)automatisierten Fahrzeugführungskonzepte zu erwarten ist und auch in der Fahrsimulatorstudie so umgesetzt wurde. Das zeigte sich dann auch in der Abschlussfrage bei der reinen Interviewstudie, bei der die Teilnehmer gebeten wurden anzugeben, ob und in welchen Situationen sie ein solches System nutzen würden. Alle 25 Befragten gaben an, dass System in mindestens einer Situation verwenden zu wollen, wobei der Art und der Umfang der Verwendung sehr stark zwischen den Fahrern variierte. Auch hier zeigte sich erneut der Zusammenhang, dass Fahrer, die das Fahren selbst als spannend empfinden und eher aggressiv fahren, weniger Bedarf an der teilweisen Automatisierung der Fahraufgabe haben, als defensive und vorsichtige Fahrer. Ein Grund dafür kann der erlebte Unterschied im Fahrverhalten sein, der bei aggressiven Fahrern mit einer defensiven Systemauslegung deutlich größer ausfällt als bei den defensiven Fahrern. Es kann angenommen werden, dass der Kontrast bei einer teilautomatisierten Fahrzeugführung als besonders störend wahrgenommen wird, da der Fahrer auf Grund seiner Überwachungsfunktion trotzdem permanent das Fahrverhalten des Fahrzeugs beobachten soll. Auf der anderen Seite ermöglicht das den Rückschluss, dass eine hochautomatisierte oder vollautomatisierte Umsetzung unabhängig von der eigenen Fahrweise ein deutlich größeres Akzeptanzpotential aufweist, da der Fahrer hier andere Aufgaben wahrnehmen kann und sich damit eher in einem Taxi-Modus als in einem aktiven Fahrmodus befindet. Die Ergebnisse dieser Studie legen weiterhin nahe, dass auch aus Sicherheitssicht eine hochautomatisierte oder vollautomatisierte Lösung deutlich gegenüber einer teilautomatisierten Lösung zu bevorzugen ist. Dies zeigt sich daran, dass die erlebten Vorteile der teilautomatisierten Fahrzeugführung allesamt mit einer Reduktion der eigenen Aufmerksamkeit und einem kompletten Abgeben von Fahraufgaben zu tun haben, obwohl dies der Umsetzungsidee einer Teilautomatisierung (die Maschine kann noch nicht alles perfekt und der Fahrer muss System das überwachen und die Teile ausgleichen, die schief gehen) direkt widerspricht. Hier passen also weder die Erwartungen der Fahrer, noch das vermutete zukünftige Verhalten zu den angedachten Lösungsansätzen. Das zeigt sich vor allem in den Sicherheitsbedenken der Fahrer, die ein solches System nur nutzen würden, wenn ein einwandfreies Funktionieren garantiert wäre (auch wenn sich bei der tatsächlichen Nutzung des Systems schnell Overtrust in das System einstellt). Auch dies spricht erneut dafür, dass Fahrer nicht planen, die Systeme zu überwachen, sondern teilautomatisierte Lösungen vor allem deshalb als Chance ansehen, weil sie durch das Abgeben von Teilaufgaben Freiraum für eigene Aktivitäten schaffen. Relativierend lässt sich jedoch sagen, dass die durchgeführten Studie zur Interfacegestaltung bei manöverbasierter Fahrzeugführung zu deutlichen Unterschieden im Fahrerverhalten geführt haben und dass der Grad an Involviertheit des Fahrers zumindest bis zu einer gewissen Grenze durch eine gute Interfacegestaltung aufrecht erhalten werden kann (vgl. hierzu [9]). Mit dem Interfacekonzept pieDrive konnte dadurch in den ersten Studien auch über längere Zeit ein sehr ähnliches Interaktionsverhalten (auch hinsichtlich Blickverhalten) wie bei der manuellen Fahrzeugführung erreicht werden. Die Expertise und Vorerfahrung der Gestalter scheint bei teilautomatisierten Lösungen also von enormer Bedeutung zu sein. Zusätzlich muss gesagt werden, dass bisherige Studien ausschließlich im Fahrsimulator stattgefunden haben. Dies hat den Vorteil, dass Auswirkungen der Interfacegestaltung schon weit vor

Umsetzung der tatsächlichen Lösung abschätzbar sind. Jedoch herrschen im Fahrsimulator auch eine geringere Reizvielfalt als im normalen Straßenverkehr und ein geringeres Gefährdungspotential, so dass eine Beurteilung der Interfaces im Realverkehr gegebenenfalls kritischer ausfallen könnte. Deswegen ist neben der Expertise bei der Gestaltung der Interfaces auch eine Erprobung in verschiedenen Szenarien wünschenswert und notwendig, um die Auswirkungen der teilautomatisierten Gestaltung final abschätzen zu können.

4. Diskussion der Ergebnisse

Zusammengefasst zeichnen die Ergebnisse ein eher gemischtes Bild für die Akzeptanz von teilautomatisierten Fahrzeugführungskonzepten. Ein Teil der Fahrer – der defensive und vorsichtige Teil – erlebt eine Teilautomatisierung als vorteilhaft, da hierdurch unangenehme, anstrengende, lästige Aufgaben vermeintlich sicherer übernommen werden können. Das Ziel der defensiven Fahrer ist dabei jedoch keinesfalls eine permanente Überwachung des Fahrzeugs, sondern ein Rausziehen aus einer unangenehmen Aufgabe. Für die sportlichen und aggressiven Fahrer auf der anderen Seite, stellt eine teilautomatisierte Lösung nur einen geringen Gewinn dar, da die Unterschiede zum eigenen Fahrverhalten als zu groß erlebt werden, solange das System eher defensiv ausgelegt wird.

Trotzdem zeigt sich in allen Studien, dass es für jede Nutzergruppe Situationen gibt, in denen ein teilautomatisiertes System gerne genutzt werden würde. Hierzu zählen vor allem Situationen mit einem hohen Potential für Langeweile (sehr bekannte Strecken), unbekannte Strecken (Dienstreise) sowie teilweise stressige und überfordernde Situationen (Fahrt in den Urlaub, Fahrt nachts von einer Party heim). Für die technische Umsetzung stellt dieser Wunsch der Nutzer jedoch eine große Hürde dar, da nicht die Bewältigung einzelner Verkehrssituationen (z.B. Autobahnassistent) im Vordergrund steht, sondern die Bewältigung von subjektiv als anstrengend erlebten Gesamtsituationen, die dann eine Vielzahl von Szenarien mit sich bringen.

Dennoch kann auch aus Fahrersicht die Umsetzung von teilautomatisierten Lösungen sinnvoll und sehr wünschenswert sein. Vor allem dann, wenn sich die Teilautomatisierung nicht auf die Übernahme von Teilaufgaben, sondern auf die Übernahme von Teilabschnitten – wie z.B. der Autobahnassistent – abzielt. Damit solche Konzepte jedoch sicher umgesetzt werden können, sind ausgereifte Systeme notwendig, die die übertragenen Aufgaben vollständig übernehmen und auch von einer vollständigen und ausnahmslosen Übernahme durch das System ausgehen. Den Fahrer als Rückfallebene zu verwenden, wird auf Grund der subjektiven Erwartung der Fahrer und deren zu erwartetem Verhalten nicht in allen Fällen funktionieren, wobei die Zuverlässigkeit des Fahrers als Rückfallebene umso stärker eingeschränkt ist, umso weniger seine Aktivität in unkritischen Fahrsituationen benötigt wird. Zusätzlich ist es fraglich, ob eine Degradierung des Fahrers zu einem Systemüberwacher aus Fahrersicht eine wünschenswerte Entwicklung ist. Die Bedenken, die in den durchgeführten Studien geäußert wurden, sprechen hier eine eindeutige Sprache, so dass von einer reinen Umsetzung mit dem Fahrer als überwachende Person abgeraten werden muss. Wünschenswerter wäre eine Aufteilung zwischen Fahrer und Fahrzeug, die den Stärken beider Partner entspricht und – wenn eine Einbeziehung in die Fahraufgabe notwendig ist – den Fahrer kontinuierlich mit angemessenen Aufgaben versorgt. Auch hier zeigte sich in den durchgeführten Studien, dass die letztendliche Gestaltung des Interfaces einen sehr starken Einfluss auf die spätere Akzeptanz der Fahrer und die Leistung während der Fahraufgabe hat (vgl. [9]). Es empfiehlt sich also, bei der Umsetzung von teilautomatisierten Lösungen sehr viel Aufwand in die aufgaben- und nutzergerechte Gestaltung der Bedienschnittstelle zu investieren.

Literaturverzeichnis

- [1] Gelau, C., Glasser, T. M. und Seeck, A. (2009). Fahrerassistenz und Verkehrssicherheit. In H. Winner, S. Hakuli, and G. Wolf (Hrsg.), *Handbuch Fahrerassistenzsysteme*, S. 24-32.
- [2] Niederée, U. und Vollrath, M. (2009). Systemausfall bei Längsführungsassistenten – Sind bessere Systeme schlechter? In A. Lichtenstein, C. Stößel, und C. Clemens (Hrsg.) *Der Mensch im Mittelpunkt technischer Systeme*, S. 12-13.
- [3] Winner, H.; Hakuli, S.; Bruder, R.; Konigorski, U.; Schiele, B. (2006). Conduct-by-Wire – ein neues Paradigma für die Entwicklung der Fahrerassistenz. 4. Workshop Fahrerassistenzsysteme. 04.-06. Oktober 2006 in Löwenstein.
- [4] Schreiber, M., Kauer, M., Schlesinger, D., Hakuli, S. & Bruder, R.: Verification of a Maneuver Catalog for a Maneuver-Based Vehicle Guidance System, *Systems, Man, and Cybernetics 2010*, Istanbul, Türkei.
- [5] Schreiber, M., Kauer, M. & Bruder, R. (2009). Conduct by Wire – Maneuver Catalog for Semi-Autonomous Vehicle Guidance. *Intelligent Vehicle Symposium 2009*, Xi'an, China, S. 1279-1285.
- [6] Kauer, M., Schreiber, M. & Bruder, R.: How to conduct a car? A design example for maneuver based driver-vehicle interaction, *IEEE Intelligent Vehicle Symposium 2010*, San Diego, USA, S. 1214-1221.
- [7] Franz, B., Kauer, M. & Thom, S. (2012). *Technische Universität Darmstadt; Karolinenplatz 5, 64283 Darmstadt, Deutschland (Anmelder), EP12169957.3*.
- [8] Dethloff, C. (2004). Akzeptanz und Nicht-Akzeptanz von technischen Produktinnovationen. Dissertation. Pabst Science Publishers: Lengerich.
- [9] Franz, B. (2014) Entwicklung und Evaluation eines Interaktionskonzepts zur manöverbasierten Führung von Fahrzeugen. Technische Universität Darmstadt. Dissertation.
- [10] Kauer, M., Schreiber, M., Franz, B., Hakuli, S., Geyer, S., Eggers, D., Bruder, R. (2011): *Nutzungsszenarien der manöverbasierten Fahrzeugführung*. In: *Mensch, Technik, Organisation - Vernetzung im Produktentstehungs- und herstellungsprozess*, 57. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 23. - 25. März 2011, Chemnitz.
- [11] Kauer, M., Franz, B., Schreiber, M., Bruder, R., Geyer, S. (2012): *User acceptance of cooperative maneuver-based driving - a summary of three studies*. In: *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41 (1) pp. 4258-4264.
- [12] Kauer, M., Schreiber, M., Hakuli, S., Bruder, R. (2010): Akzeptanz manöverbasierter Fahrzeugführungskonzepte am Beispiel von Conduct-by-Wire. In: *Grundlagen - Methoden - Technologien*, 5. VDI Fachtagung USEWARE 2010, 13. - 14. Oktober, Baden-Baden.
- [13] Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13, S. 319-340.
- [14] Kauer, M., Franz, B., Maier, A., Bruder, R. (2015): The influence of highly automated driving on the self-perception of drivers in the context of Conduct-by-Wire. In *Ergonomics*, 58, 2, pp.321-334.