

# **Fahrmodi und Organisationsprinzipien des Verkehrs für hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge – Anforderungen der Nutzer\*innen und der Gesellschaft an die technischen Lösungen**

## **Driving modes and organization principles for high and fully automated vehicles – requirements of users and the society on the technical solutions**

Dr. rer. nat. Viktoriya Kolarova, Institut für Verkehrsforschung, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Rudower Chaussee 7, 12489 Berlin, [viktoriya.kolarova@dlr.de](mailto:viktoriya.kolarova@dlr.de)  
Sophie Nägele, M.Sc., Institut für Verkehrsforschung, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Rudower Chaussee 7, 12489 Berlin, [sophie.naegele@dlr.de](mailto:sophie.naegele@dlr.de)

### **Kurzfassung / Abstract**

Hoch- und vollautomatisierte vernetzte Fahrzeuge bieten Chancen für die Verbesserung der individuellen Mobilität und des Verkehrssystems, insbesondere durch steigenden Komfort, erhöhte Verkehrssicherheit, effizientere Fahrweise und verbesserter Verkehrsfluss. Gleichzeitig hängt die Entfaltung der Potenziale der Technik stark von der Art und Weise wie die Fahrzeuge und ihre Vernetzungsfunktionen entwickelt werden ab, wie der Verkehr zukünftig mit Unterstützung der Vernetzung geregelt wird sowie von der Akzeptanz der Technik in der Gesellschaft. Dieser Beitrag untersucht die Anforderungen und Erwartungen potenzieller Nutzer sowie relevante Stakeholder an die Fahrmodi von hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen und an Organisationsprinzipien des Verkehrs unter der Verfügbarkeit solcher Fahrzeuge auf den Straßen. Die Erkenntnisse basieren auf die Ergebnisse von Fokusgruppendifkussionen und Interviews mit (potenziellen) Nutzer der Technik sowie Interviews mit Experten aus dem Verkehrsbereich. Dabei werden konkrete Implikationen für die technische Entwicklung der Fahrzeuge, der Infrastruktur und des regulativen Rahmens diskutiert.

### **Summary / Abstract**

High and fully automated connected vehicles have the chance to improve individual mobility and the transport system, especially due to increase in comfort level, increased road safety, more efficient driving style, and improved traffic flow. Simultaneously, unfolding the potential of the technology depends strongly on the way these vehicles and their connectivity functions are developed, how the traffic is managed in the future under the use of connectivity, as well as potential acceptance of the technology in the society. This contribution analyses the requirements and expectations of potential users and relevant stakeholder on the driving modes of high and fully automated vehicles as well as the organizing principles of traffic once such vehicles are available on the streets. The insights are based on the results of focus group discussion and interviews with (potential) users of the technology and interviews with experts from the transportation sector. Concrete implications for the technical development of the vehicles, the infrastructure and the regulative framework are discussed.

## **1 Einleitung**

Digitalisierungs- und Automatisierungstrends sind heutzutage in allen Bereichen des täglichen Lebens zu beobachten. Auch im Verkehrsbereich gewinnt das Thema vernetztes und automatisiertes Fahren immer mehr an Bedeutung. Erste Testbetriebe vom hoch- und vollautomatisierten Fahren sind bereits umgesetzt, die Forschung in diesem Bereich geht zunehmend in Richtung Entwicklung, Test und Evaluation automatisierter Fahrzeuge und Mobilitätskonzepte im Realbetrieb. Wesentliche Treiber der Forschung und Entwicklung des automatisierten Fahrens sind Potenziale zu Steigerung des Komforts für die Nutzer der Technik, erhöhte Verkehrssicherheit, effizientere Fahrweise und verbesserter Verkehrsfluss [1]. Gleichzeitig hängt die Entfaltung der Potenziale der

Technik stark davon ab, wie die Fahrzeuge und ihre Vernetzungsfunktionen gestaltet werden, wie die Akzeptanz unterschiedlicher Fahrzeugkonzepte in der Gesellschaft sein wird und auch wie der Verkehr zukünftig organisiert wird [2]. Beispielsweise können die Vernetzung und Automatisierung von Fahrzeugen dazu beitragen, dass die Fahrzeuge aneinander abgestimmt bzw. mit einem homogenen Fahrstil fahren, was zu mehr Sicherheit und Effizienz im Verkehr führen kann. Heutzutage haben Fahrzeuge allerdings unterschiedliche Fahrmodi und Fahrer und Fahrerinnen auch individuelle Fahrstile. Die Wahl der Route, der Geschwindigkeit (innerhalb der erlaubten Grenzen) sowie die Entscheidung zum Überholen wird individuell von dem Fahrer bzw. Fahrerinnen getroffen. Diese einzelnen Entscheidungen haben einen erheblichen Einfluss auf den Verkehrsfluss und -effizienz. Dieses Beispiel verdeutlicht,

dass es bei der Entwicklung des Fahrverhaltens und der Verkehrsorganisation im Kontext von hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen keinerlei ausschließlich um technische Lösungen geht. Vielmehr ist die Technik in einem sozio-technischen Kontext eingebettet, der berücksichtigt werden muss, um eine erfolgreiche Einführung von hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen im Realbetrieb sicherzustellen.

Dieser Beitrag untersucht welche Anforderungen und Erwartungen haben potenzielle Nutzer / Nutzerinnen und Stakeholder an die Fahrmodi von hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen und an Organisationsprinzipien des Verkehrs in Zukunft.

## 2 Methode

Zur Untersuchung der Fragestellung wurden Fokusgruppendifkussionen sowie Interviews mit potenziellen Nutzern und Nutzerinnen sowie ausgewählte Stakeholder, in diesem Fall Automobilhersteller, durchgeführt. Wesentlicher Vorteil der gewählten qualitativen Methode ist die Möglichkeit zur Exploration und Strukturierung dieses relativ neue und komplexe Thema. Insgesamt wurden drei Fokusgruppendifkussionen mit jeweils 7 potenziellen Nutzer und Nutzerinnen von hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen (N=21), 5 Einzelinterviews mit Käufern von bestimmten Autotypen (Neufahrzeuge mit fortgeschrittenen Fahrerassistenzsystemen, ADAS; Premiummarken) sowie 3 Einzelinterviews mit Automobilherstellern durchgeführt.

Die Fokusgruppendifkussionen sowie die Interviews basierten auf einen halb-strukturierten Leitfaden. Der Leitfaden für die Diskussionen und Interviews mit den potenziellen Nutzern und Nutzerinnen beinhaltete die folgenden Themen: Erfahrungen und Vorwissen zum Thema ADAS und autonomes Fahren, Erwartungen, Anforderungen und Bedenken hinsichtlich automatisierten und vernetzten Fahrens, sowie an dem zukünftigen Verkehrssystem. Die Themen, die mit den Automobilherstellern diskutiert wurden waren: Fahrmodi oder Fahrprogramme beim hoch- und vollautomatisierten Fahren, Stellenwert von Fahrprogramme beim automatisierten Fahren, und Regelprinzipien in einem automatisierten Verkehrssystem. Die Fokusgruppendifkussionen sowie die Interviews wurden vollständig transkribiert und mithilfe der Software für qualitative Analyse MAXQDA anhand einer Inhaltsanalyse ausgewertet.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Fahrmodi bzw. Fahrprogramme für hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge

Insgesamt sprechen die Ergebnisse der Untersuchung dafür, dass auch bei hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen

gen **eine Wahlmöglichkeit zwischen unterschiedliche Fahrmodi** gewünscht ist.

In Bezug auf hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge zeigt sich, dass sich potenzielle Nutzer und Nutzerinnen vor allem ein **situationsabhängiger, flexibler** Fahrstil wünschen, wobei drei der 21 befragten Personen explizit betonten, dass sie das Fahrmodus **individuell einstellen** wollen würden. Potenzielle Nutzer und Nutzerinnen wünschen sich, dass das Fahrzeug **lernfähig** ist, ein Optimum in jeder Situation erreichen könne. Noch mangelndes Vertrauen in der Technik bei einigen der Befragte äußerten sich in der Erwartung, dass die Fahrzeuge anfänglich **langsam und vorsichtiger fahren** würden, auch in Situationen, in denen sie selber aktuell eher zügiger/schneller fahren. Weiter wird ein **gleichmäßig** fahrendes autonomes Fahrzeug beschrieben, bspw. um Staus auf der Autobahn zu umgehen. Erwartet wird u.a. ein **harmonischer** Fahrstil, wobei dabei auch beschrieben wird, dass ein **angepasstes und aufeinander abgestimmtes** Fahren mit wechselseitigem Austausch anzustreben sei. Das autonome Fahrzeug sollte **schneller als ein konventionelles Fahrzeug fahren können**. Auch eine **ökologisch vorausschauende, sparsame** Fahrweise wird für das autonome Fahrzeug gewünscht. Außerdem wird beschrieben, dass das autonome Fahrzeug sowohl die Randbedingungen einschätzen können müsse als auch schnellstmöglich zum Ziel gelangen müsse, um so den „*Spagat zwischen (ja) Zeit und Geld*“ zu schaffen. Dabei wird unterschiedlich beschrieben, inwieweit das automatisierte Fahrzeug dem eigenen Fahrstil entsprechen sollte: während einige sich wünschen, dass das Fahrzeug auch u.U. sportlicher (wie sie selbst) fahren sollte, erwarten andere, dass automatisierte Fahrzeuge eigene regelkonforme und gleichmäßige Fahrweise haben wird.

Drei der fünf interviewten Fahrer und Fahrerinnen von neuen Fahrzeugen mit fortgeschrittenen Assistenzsystemen gaben explizit **einen Fokus auf Sicherheit** beim Fahrstil des autonomen Autos an, eine weitere Person gab eine Präferenz **für einen flexibel veränderbaren, situationsangemessenen Fahrstil** an. Insgesamt war eine **Wahlmöglichkeit** zwischen den Fahrstile von drei der fünf Interviewten gewünscht. Auf Personenebene kann zudem beobachtet werden, dass zwei der drei Personen, die eher sportlich bzw. extrem sportlich („latent aggressiv“) fahren, dass diese sich bei dem autonomen Fahrzeug (situationsabhängig) **einen stärkeren Komfortaspekt** wünschen. Des Weiteren nannten die Befragte, dass das autonome Fahrzeug **so schnell (=sportlich) wie möglich fahren sollte**. Die aktuellen Erfahrungen der Interviewten mit ADAS spielen bei ihrer Einschätzung des zukünftigen Fahrzeugverhaltens auch eine Rolle: aktuell beschreiben die meisten diese Fahrfunktionen als hilfreich und unterstützend, allerdings als noch wenig reif für vollständige Übergabe von Fahr- und Parkaufgaben. Einige sehen den aktuellen Fahrstil der teilautomatisierten Fahrzeuge sogar als Verkehrshindernis: eine Person beschreibt ihn als „*etwas unberechenbar, sehr zögerlich*“.

Die befragten Automobilhersteller berichten, dass auch automatisierte Fahrzeuge **verschiedene Fahrmodi** haben werden, allerdings werden diese **deutlich unterschiedlich zu den derzeitigen Fahrprogramme** sein. Die Fahrprogramme verlieren an Relevanz, Komfort und Nebentätigkeit werden dabei wichtiger (*s. auch 3.2.*).

### 3.2 Organisationsprinzipien des Verkehrs mit hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen

Das Erkenntnis, dass zukünftig Fahrzeuge **kooperativer und defensiver** fahren werden und **eher kollektiv als individuell** gedacht werden müsste, um mehr Sicherheit und Effizienz zu erreichen, teilen alle Befragte. Allerdings wird auch in einem zukünftigen Verkehrssystem **Individualität beim Fahren** gewünscht.

Viele der Befragte teilten der Ansicht, dass hoch- und vollautomatisierter Fahrzeuge **kooperativer fahren** würden als die einzelnen (menschliche) Fahrer und Fahrerinnen heutzutage. Argumente dafür sind u.a. eine Beruhigung des Verkehrs, Erhöhung der Effizienz und der Sicherheit sowie Nachhaltigkeitsaspekte: *„Unter dem Zuge des Umweltaspektes und der immer knapper werdenden Räume in den Städten ob das noch sein muss das man seine persönliche Freiheit und Individualität über ein Fahrzeug ausdrücken muss.“* Für einige sei die Erreichung eines komplett kooperativen und effizienten Verkehrssystems nahezu unmöglich oder zumindest nicht sofort. Eine **komplett „robotische“ und „monotone“ Fahrweise durch alle Fahrzeuge wurde von einigen sogar negativ bewertet**: *„ja so (wäre), als wenn wir plötzlich alle gleich aussehen würden (,) (...) wir praktisch jeden Tag unseren Zwilling auf der Straße treffen (würden)“*. Auch bei den interviewten Neuwagenkäufer herrschte die Vorstellung bzw. der Wunsch, dass der zukünftige Verkehr eher dem häutigen von Organisation her ähnelt bzw. sich **in den Übergangsphasen unterschiedliche Spuren** je nach Fahrzeugtyp (automatisiert vs. manuell) oder je Geschwindigkeit vorstellen könnten.

Insgesamt erwarten die meisten Probanden, dass **sich die Individualität im Verkehrssystem in Zukunft sich eher auf Komfort oder Mehrwertdienste beziehen würde** und weniger auf Aspekte wie bspw. die Motorleistung oder Fahrweise. Das wurde auch im Rahmen der Experteninterviews mit Automobilherstellern bestätigt. Diese sehen auch zukünftig einen **stärkeren Fokus auf Komfort und Individualität durch Zeitnutzungsmöglichkeiten und Komfortlevel**. U.a. eine geschickte Kombination von Infotainment und Fahraufgabe steht bei der Entwicklung von hochautomatisierten Funktionen im Fokus. Von den Experten wurde das Belastungs-Beanspruchungskonzept angesprochen, die bei der Unterstützung der Fahrer bzw. Fahrerinnen zunehmend an Bedeutung gewinnt: die Technik kann Infos über den Fahrer oder die Fahrerinnen nutzen, um die individuelle Beanspruchungslevel anzupassen. Die Automobilhersteller erwarten in Bezug auf hoch- und

vollautomatisierte Fahrzeuge unterschiedliche Entwicklungen je Hersteller: **Die Unterschiede betreffen neben den technischen Eigenschaften aber auch die Innengestaltung und vor allem die Nutzerschnittstelle zum Fahrzeug**. Individuelle Einstellungen für die Nutzer und Nutzerinnen werden nach wie vor eine Rolle spielen, allerdings anders ausgeprägt.

Organisationsprinzipien des Verkehrs und die Entwicklung entsprechender Programmierung des Fahrverhaltens würden **vor allem durch gesetzliche Regelungen und Bestimmungen** gesteuert. Potenzielle individualisierbare Verkehrsregeln bspw. wird von potenziellen Nutzern und Nutzerinnen sowie von Experten eher negativ oder nicht realistisch und anstrebenswert angesehen. Allerdings sind einige Konzepte zur Individualisierung des Verkehrsverhaltens der Fahrzeuge auch denkbar: diskutiert wurden bspw. unterschiedliche Spuren je nach Geschwindigkeit, „Buchungsoptionen“ für schnellere Spuren, oder eine Art Vergünstigungen, wenn man eine vorgeschlagene langsamere Route wählt, die zur Verbesserung des Gesamtverkehrssituation beiträgt.

## 4 Fazit und Ausblick

Auch bei hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen wünschen sich die Nutzer und Nutzerinnen individuelle Wahl des Fahrmodus sowie des Verhaltens der Fahrzeuge im Verkehr. Gleichzeitig verliert die Fahrdynamik an Bedeutung und im Fokus der individuellen Einstellungen rücken Komfortlevel und Zeitnutzungsmöglichkeiten. Die Organisation des Verkehrssystems stellt einen Spagat zwischen immer noch teilweise individualisierten Entscheidungen in Bezug auf Fahrweise oder Route und einem kooperativen, defensiveren, an Effizienz und Sicherheit orientierten Fahrverhalten einzelner Fahrzeuge. Infotainment-Angebote, komfortable Innenraumausstattung und Fahrweise, die den Prioritäten der Nutzer und Nutzerinnen (z.B. Schnelligkeit, Komfort, subjektives Sicherheitsempfinden) entsprechen, sollen im Fokus der Entwicklung solcher Fahrzeuge sein. Neue Organisationsprinzipien im Verkehr sind notwendig, um den Erwartungen der Verkehrsteilnehmende und gleichzeitig ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielen zu entsprechen. Weitere vor allem quantitative Forschung sowie neugedachten Konzepte einer kollektiven Fahrweise mit individuellen Aspekten können weitere Erkenntnisse über die Zielrichtung der Gestaltung des zukünftigen Verkehrs geben.

## 5 Literatur

- [1] BMVI (2017). *Bericht zum Stand der Umsetzung der Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren*. Berlin, Deutschland: BMVI: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
- [2] Kolarova, Viktoriya und Stark, Kerstin und Lenz, Barbara (2020). *Projekt DiVA – Gesellschaftlicher Dialog zum vernetzten und automatisierten Fahren. Schlussbericht*. Berlin, Deutschland, DLR-Institut für Verkehrsforschung