

Teleoperation im Straßenverkehr: Mehr offene Fragen als Antworten

INFOS - POSITIONEN - EMPFEHLUNGEN

**NR. 13
Nov 2025**

1 Einleitung

Vollautomatisierte und autonome Fahrzeuge auf SAE-Level 4 und 5 sollen in Zukunft Fahrsituationen im Straßenverkehr ohne menschliche Unterstützung bewältigen. Abgesehen von der generellen noch fraglichen technischen Machbarkeit wird die Leistungsfähigkeit der Fahrzeugautomatisierung jedoch mit Sicherheit in einer Reihe von Fällen überschritten. Hier kommt die sog. Teleoperation ins Spiel. Teleoperation (oder Remote-Operation) bezeichnet die Bedienung einer Anlage oder Maschine aus der Ferne. Sie existiert bereits in verschiedenen Arbeitsbereichen wie z.B. Medizin, Forstarbeiten, Mining, Flughäfen, Parkhäusern (Shuttledienste, Einparken) und auf kurzen Strecken bereits im öffentlichen Straßenraum. Im Fall des Fahrzeugverkehrs muss mit höchstem Automationsgrad eines Fahrzeugs kein Fahrzeugführer mehr im Fahrzeug anwesend sein bzw. als Fahrzeugführer agieren, da die Fahraufgabe vom Fahrzeug übernommen und ausgeführt wird. Teleoperation soll dann automatisierte Fahrfunktionen ergänzen oder Problemsituationen aus der Ferne lösen.

2 Definition Teleoperation: Tele-Assistenz vs. Tele-Fahren

Die BAST-Expertengruppe „Forschungsbedarf Teleoperation“ (2025) stützt sich bei der Definition von Teleoperation auf den SAE-Standard J3016 und leitet daraus zwei Hauptformen ab:

Tele-Assistenz ($\triangle$ SAE J3016 Remote Assistance)

Hier hilft die Technische Aufsicht (TA) dem autonom fahrenden Fahrzeug aus der Ferne. Kann das Fahrzeug eine Fahraufgabe nicht mehr autonom bewältigen, greift die TA ein, z.B. mit zusätzlichen Informationen oder der Freigabe von vom Fahrzeug vorgeschlagenen Fahrmanövern. Die TA befindet sich in einem Leitstand, der vom Fahrzeug entfernt ist.

Tele-Fahren ($\triangle$ SAE J3016 Remote Driving)

Tele-Fahren bedeutet, dass ein Teleoperator (TO) das Fahrzeug während der Fahrt fernsteuert. Ein Arbeitsplatz für Tele-Fahren gleicht einem Cockpit. Anstelle einer Frontscheibe gibt es mehrere Bildschirme, die das Verkehrsgeschehen anzeigen.

Es gibt zwei Varianten:

1. Event-basiertes Tele-Fahren: der TO steuert das Fahrzeug nur für einen bestimmten Abschnitt oder ein Ereignis.
2. Fortwährendes Tele-Fahren: Der TO übernimmt die gesamte Fahrt.

Damit Teleoperation funktioniert, müssen viele Teilsysteme als Ganzes zusammenarbeiten: das Fahrzeug, der Leitstand außerhalb des Fahrzeugs, Steuergeräte, Sensoren und Aktuatoren für die Automatisierung sowie eine stabile, leistungsfähige Kommunikationsverbindung zwischen allen Teilen. Idealerweise fährt das Fahrzeug selbsttätig in seinem festgelegten Betriebsbereich (ODD = Operational Design Domain) Wenn dieser verlassen wird oder das Fahrzeug an technische Grenzen stößt, übernimmt die Teleoperation. Beispiele für typische Anwendungsbereiche sind neben automatisierten Fahrzeugen u.a. Carsharing-Fahrzeuge, telegefahrene/ferngelenkte Gütertransporte als „Hub-to-Hub“-Verkehre, Bus-Shuttle-Dienste, etc. (vgl. u.a. Schrank & Oehl, 2023).

In der Praxis dürfte eine erhebliche Bandbreite ferngelenkter Fahrzeugmodelle mit unterschiedlichen Eigenschaften hinsichtlich Abmessungen, Gewicht, Konturen, Ausstattung, Fahrkomfort und Assistenzsystemen das künftige Straßenbild prägen. Mit den Fahrzeugeigenschaften variieren neben dem Sichtfeld auch das Lenk- und Bremsverhalten sowie die Ansprechbarkeit für Beschleunigung. Wenn die Fahrzeugführung als willentliches Inbewegungsetzen verstanden wird, bedarf es einer exakten Festlegung, wann der Bewegungsvorgang startet und endet. Beginnt die Ausführung der Fernlenkung bereits mit dem Tastendruck am Eingabegerät zum Aufbau der Datenübertragung zwischen Leitstand und ferngelenktem Fahrzeug oder erst nach Aufbau des Situationsbewusstseins beim Teleoperator? Laut Gesetzentwurf dürfen autonom betriebene Fahrzeuge nur in festgelegten Betriebsbereichen fahren, allerdings fehlen vielerorts verfügbare Kapazitäten für zusätzliche Fahrspuren, so dass ein Großteil der bestehenden Infrastruktur gemeinsam genutzt werden wird. Dieser Mischbetrieb im Straßenverkehr (sog. Hybridverkehr) könnte für alle Verkehrsteilnehmer zu erhöhten Anforderungen führen, da der Mischbetrieb als Störung der „Harmonie des Verkehrsflusses“ mit weniger ausbalancierten Geschwindigkeits- und Abstandsprofilen als gegenwärtig angesehen werden kann. Es ist davon auszugehen, dass autonome und hochautomatisierte Fahrzeuge mit niedrigeren Geschwindigkeiten und größeren Abständen zum Vorderfahrzeug im Vergleich zu

manuell betriebenen Fahrzeugen unterwegs sein werden (Dix et al., 2021). Was passiert also, wenn regelkonformes Verhalten eines autonomen Fahrzeugs auf regelwidriges oder informell durchgesetztes Fahrverhalten trifft?

3 Rechtliche Grundlagen:

Die rechtliche Grundlage für diese neue Form der Fernsteuerung liegt in Deutschland vor allem in drei Regelwerken:

- im Straßenverkehrsgesetz (**StVG**, §1d bis I Kraftfahrzeugen mit autonomer Fahrfunktion),
- in der Verordnung zur Genehmigung und zum Betrieb von Kraftfahrzeugen mit autonomer Fahrfunktion in festgelegten Betriebsbereichen (Autonome-Fahrzeuge-Genehmigungs-und-Betriebs-Verordnung - **AFGBV**), sowie
- in der Verordnung über Ausnahmen von straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften für ferngelenkte Kraftfahrzeuge (Straßenverkehr-Fernlenk-Verordnung - **StVFernLV**).

Darin ist festgelegt, dass die Technische Assistenz (TA) bzw. der Teleoperator (TO) die Fahrt überwachen und jederzeit eingreifen können muss. Die Aufgabenqualität und -schwierigkeit ist dabei für die Fahrer jedoch grundsätzlich vom manuellen bzw. assistierten Fahren verschieden (Fastenmeier et al., 2016). Hinzu kommt, dass ein TO räumlich vom unmittelbaren Verkehrsgeschehen getrennt ist. Der TO erhält ausgewählte und aufbereitete Informationen vom Fahrzeug bzw. der Fahrzeugumgebung zeitverzögert über das Mobilfunk-Netz auf den Leitstand. Dass daraus eine völlig neuartige Fahraufgabe resultiert, zeigen u.a. die Erfahrungen, die bei einem realen Selbstversuch mit dem Telefahren gemacht wurden. Sie sind im nachfolgenden Kasten zusammengefasst und lassen eindrucksvoll erkennen, dass das Telefahren andere Anforderungen und Herausforderungen an den Fahrer stellt als das Präsenzfahren:

Tele-Fahren im Selbstversuch

Das Fahrzeug befand sich in Südspanien auf einem leeren Parkplatz eines Einkaufszentrums, das Steuergerät nebst Cockpit in Berlin. Die Umgebung und das Fahrzeug waren dem Teleoperator nicht bekannt. Es erfolgte eine kurze Einweisung in die Bedientechnik. Dann steuerte der „TO-Proband“ das Fahrzeug fortwährend aus der Ferne etwa 7 Minuten unter Anleitung und Supervision eines Fahrzeugtechnikers. Dabei zeigte sich Folgendes:

Geschwindigkeit: Die Geschwindigkeit wurde stark überschätzt. Obwohl das Fahrzeug nur Schrittgeschwindigkeit fuhr, wirkte es, als ob es 20 bis 30 km/h schnell sei.

Abstand: Abstände im Verkehrsraum ließen sich nur schwer einschätzen. Auf Basis eines flachen Bildschirms musste eine dreidimensionale Umgebung erfasst werden.

Positionierung: Die genaue Position des Fahrzeugs auf der Fahrbahn war schwer einzuschätzen. Der TO orientierte sich daher eher an der Fahrbahnmitte.

Steuerung: Lenkung und Pedale reagierten schwerfälliger als beim normalen Fahren. Dazu kam eine leichte Zeitverzögerung, wodurch das Fahrzeug zeitweise übersteuerte.

Gefahrenwahrnehmung: Gefahren in größerer Entfernung waren kaum erkennbar, da das Kamerabild nur eine begrenzte Reichweite hatte.

Der Sicherheitsfahrer im Fahrzeug musste zweimal eingreifen: einmal, um eine Übersteuerung zu korrigieren und einmal beim fehlerhaften Einparken, als das Fahrzeug zwischen zwei Parklücken „verkantete“.

4 Neue Anforderungen durch die Teleoperation im Straßenverkehr

4.1 Anforderungsprofile von Arbeits- und Fahraufgaben für Teleoperation erstellen

Bislang ist das konkrete Tätigkeitsfeld der Teleoperateure mit seinen unterschiedlichen Aufgabenbereichen bzw. „Rollen“ nur unzureichend beschrieben. Es lässt offen, welche Verantwortlichkeiten den handelnden Akteuren im Kontext der Fernsteuerung zugewiesen werden, also welche Aufgaben konkret übernommen werden sollen und damit auch mit welcher Aufgabenkomplexität ein Teleoperator konfrontiert sein wird. Zwar sitzen Teleassistenten und Teleoperator nicht im Fahrzeug, führen jedoch Aufgaben der Fahrzeugführung aus und sind auch rechtlich dafür verantwortlich.

Daraus ergeben sich zwei Stränge für eine notwendige Aufgaben- und Anforderungsanalyse:

- Fahraufgabenbezogen
- Arbeitsplatzbezogen.

Das Führen eines Kraftfahrzeuges stellt eine Tätigkeit dar, die in den Verkehrs- und Arbeitswissenschaften als Arbeit verstanden wird. Dies gilt gleichermaßen für Berufskraftfahrer wie für alle anderen Kraftfahrzeugführer, die im Straßenverkehr ein Kraftfahrzeug bewegen. Sowohl Fahrverhalten als auch Arbeitsverhalten können als Leistung unter spezifischen situativen Bedingungen betrachtet werden. Begriffe wie Arbeitsaufgaben, Anforderungen, Arbeitsumgebung, verfügbare Arbeitsmittel sind deshalb auch auf die Teleoperation anwendbar.

Die Tätigkeitsprofile der Teleoperation müssen deshalb einer arbeitsplatzbezogenen Aufgaben- und Anforderungsanalyse (z.B. im Leitstand) als auch einer fahraufgabenbezogenen Analyse unterzogen werden. Auf dieser Grundlage lassen sich sowohl geeignete Qualifikationen und Eignungsmerkmale als auch Trainings- und Unterstützungsmaßnahmen ableiten. Hierfür sollten wissenschaftlich etablierte Verfahren der Arbeitsanalyse herangezogen werden. Ergänzend erscheint es sinnvoll, für kritische Bereiche eine spezifisch auf den Verkehr adaptierte Aufgaben- und Anforderungsanalyse oder sogar ein eigens entwickeltes Verfahren für die Teleoperation zu entwickeln.

4.2 Offene Fragen im Rahmen des Belastungs- Beanspruchungsparadigmas

Zahlreiche Fragen, die das komplexe Verhältnis äußerer Anforderungen (Belastungen) zu individueller Reaktion darauf (Beanspruchung) betreffen, sind bisher nicht ausreichend adressiert. Beispielhaft wird das im Folgenden an den psychologischen Konzepten Situationsbewusstsein, Vigilanz und Telepräsenz veranschaulicht:

Situationsbewußtsein.– Situationsbewusstsein (SB) ist die Grundlage für Gefahrenwahrnehmung. Man unterscheidet drei Stufen beim SB: (1) Wahrnehmen (2) Verstehen und (3) Projizieren. Es geht im weitesten Sinn um das „Lesen“ und „Verstehen“ einer Verkehrssituation, einschließlich der Einschätzung, wie sich diese weiterentwickeln wird oder welche Konsequenzen eintreten können. Das SB ist sowohl für die Tele-Assistenz als auch für das Tele-Fahren von größter Bedeutung. Denn der Teleoperator ist nicht unmittelbar in die Verkehrssituation eingebunden, sondern nimmt sie aus der Distanz wahr. Die direkte Verbindung zwischen Wahrnehmung und Handlung ist dadurch unterbrochen. Die gesamte Prozesskette – Informationsaufnahme, Wahrnehmung, Beurteilung, Aufbau eines Situationsbewusstseins, Entscheidung und Handlungsausführung – verlagert sich in einen neuen, technisch geprägten Rahmen. Beispielsweise hängt die Gefahrenwahrnehmung des Teleoperators damit vollständig von den durch das System übermittelten Informationen ab.

Auf der Grundlage normativer Regelungen im StVG wird die Fahraufgabe des Fahrers durch das System übernommen, die TA deaktiviert das System gegebenenfalls und gibt Fahrmanöver frei – ob diese Entscheidungshilfen und die punktuelle funktionelle Unterstützung mit dem Rechtsverständnis einer zu bewältigenden Fahraufgabe durch den menschlichen Fahrer gleichzusetzen ist, darf zumindest bezweifelt werden. Dass das psychologisch nicht der Fall ist, liegt auf der Hand, denn das Setting im ferngesteuerten Modus gleicht sowohl bei der TA als auch bei der TO einer Fahraufgabenverlagerung bzw. einer Aufgabenaufteilung zwischen autonomem System und Operator. Beim Tele-Fahren ist die handelnde Person im Leitstand nicht nur „Überwacher“ des fahrzeugführenden Systems, sondern selbst Kraftfahrzeugführer, und sollte folglich an den Kriterien eines solchen gemessen werden. Wegwendung zu konkurrierenden Aktivitäten verbietet sich ebenso wie berufsbedingte Mehrfachbelastung, wenn etwa mehrere Fahrzeugstückzahlen oder Fahrzeugflotten gleichzeitig zu beaufsichtigen wären.

Vigilanz.– Die Ausgestaltung der Fahraufgabe als Überwachungstätigkeit kann zu Problemen bei der Aufrechterhaltung von Aufmerksamkeit und Reaktionsbereitschaft führen (Vigilanzproblem). Unterforderung in Phasen geringer Aktivität kann bei plötzlich notwendigem Eingreifen den Fahrer überfordern, eine Kombination, die ausgesprochen fehleranfällig ist. Die Arbeitssituation von Teleassistentz und Teleoperator dürfte aber genau diese Merkmale aufweisen: Unterforderung in ruhigen Zeiten verbunden mit Spitzen, in denen mehrere Fahrzeuge gleichzeitig abgefertigt und Probleme mit unterschiedlicher Priorisierung gelöst werden müssen.

Telepräsenz.– Telepräsenz beschreibt den Zustand, sich in einer entfernten Umgebung anwesend zu fühlen. Die räumliche Entkoppelung des TO von der Fahraufgabe in Kombination mit der tendenziell fehleranfälligen technischen Kommunikation kann zu erschwerter oder reduzierter Informationsaufnahme sowie zu Latenz zwischen Handlung und Rückmeldungen für die TO führen. Inwieweit beispielsweise die bisher verfügbaren technischen Lösungen den dynamischen Prozess der menschlichen Gefahrenwahrnehmung und -vermeidung auf allen Entfernungsstufen, Fahrersichtachsen und damit verknüpften Fixationsverläufen adäquat simulieren können, ist bislang nicht belegt (Dix et al., 2021). Die in vielen Aspekten reduzierten Informationen, die einer TO bereitgestellt werden können, bergen zudem das Risiko eines fehlenden *Embodiments*, d. h. die TO wird die Bedeutung ihrer Handlungen ähnlich wie in einem Computerspiel nicht fühlen können (Mutzenich et al., 2021), Handlungen können also dadurch weniger bedeutsam erscheinen, was Missverständnisse und Fehleinschätzungen begünstigt, einhergehend mit einem reduzierten Verantwortungsgefühl. Beispielsweise wird die Wahrnehmung von Bewegung erschwert, wenn sie allein auf Kamerabildern und abstrakten Parametern wie Geschwindigkeitswerten beruht. Ohne akustische Signale aus der Umgebung fehlen wichtige Hinweise auf Verkehrssituationen. Dadurch steigt das Risiko, relevante Informationen zu übersehen – ähnlich wie bei einem Fahrer, der durch laute Musik beeinträchtigt wird (Dix et al., 2021). Ein weiteres Problem entsteht durch Latenzzeiten. Sie können zu Kinetosen führen, also zu einem Fehlabgleich zwischen Vestibularorgan und Seheindruck. Auch widersprüchliche Sinnesreize spielen eine Rolle, z.B. wenn eine Bewegung visuell wahrgenommen wird, ohne dass sie tatsächlich stattfindet (sog. Pseudokinetosen). In diesem Zusammenhang wird auch von *Motionsickness* oder *Cybersickness* gesprochen.

Die mit der räumlichen Trennung von Fahrer und Fahraufgabe einhergehenden Probleme können zum sog. Out-of-the-Loop-Phänomen führen. Dieses beschreibt ein Dilemma: Der TO ist aufgrund des durch die Automation bedingten Leistungsabfalls bzw. Wissensdefizits vor allem in komplexen Situationen bei Systemfehlern nicht in der Lage, die manuelle Steuerung adäquat zu übernehmen. Tritt ein Problem auf, erfolgt dessen Analyse auf der Basis eines selektivem Informationsangebots, welches sich quantitativ, qualitativ und in der zeitlich-dynamischen Entwicklung von aktiven Fahrern unterscheidet. Der TO wird sich vermutlich an relativ abstrakten Parametern orientieren und muss auf fehlende Informationen und Ereignisse schließen. Dies macht die Informationsverarbeitung der TO fehleranfällig (Dix et al., 2021). Fehleinschätzungen der TO können zum Beispiel die Fahrgeschwindigkeit betreffen. Die Beurteilung der Geschwindigkeit anderer Fahrzeuge aus dem Gegenverkehr durch Kraftfahrzeugführende schwankt erheblich. Grundsätzlich werden niedrige Geschwindigkeiten eher unterschätzt, im mittleren Bereich (je nach Literaturquelle 50-100 km/h) unterschätzt bis relativ korrekt eingeschätzt, höhere Geschwindigkeiten werden eher überschätzt. Je nachdem, ob der Beobachter eine Entfernungsschätzung aus dem Innenraum eines Pkw oder aus einer Leitstelle vornimmt, können die Schätzungen beträchtlich differieren. Solche Abweichungen können zu Orientierungsfehlern führen, etwa bei Abstand oder Geschwindigkeit, und stellen ein sicherheitskritisches Problem dar.

4.3 Verkehrspsychologische Eignungsfragen

Die Anforderungen an die Eignung von Teleoperatoren sind insbesondere in §10 der Straßenverkehr-Fernlenk-Verordnung niedergelegt. Dort werden die Kriterien für den Erwerb der Fahrerlaubnisklasse zur Fahrgastbeförderung herangezogen. Im Vergleich etwa zur Klasse B (Pkw) stellt diese Fahrerlaubnisklasse tatsächlich erhöhte Anforderungen. Dabei sind ausdrücklich auch geistige Fähigkeiten berücksichtigt. Die in der Fahrerlaubnisverordnung genannten geistige Fähigkeiten beziehen sich jedoch auf die manuelle Fahraufgabe im Fahrzeug. Da sich die Anforderungen im manuellen Fahrbetrieb jedoch deutlich von denen in der Teleoperation unterscheiden, wäre ein eigenständiges, noch zu erstellendes, Tätigkeitsprofil des Teleoperators als Maßstab besser geeignet (siehe Abschnitt 4.1). Dieses Vorgehen entspricht den in der Arbeitswelt üblichen Verfahren, wurde in der Verordnung bislang jedoch nicht berücksichtigt (Wagner, 2025).

In Anforderungsanalysen anderer sicherheitskritischer Arbeitsfelder (Luftfahrt, Medizin etc.) erweist sich die Regelorientierung (=Bereitschaft nach Regeln und in Strukturen zu arbeiten) immer wieder als sehr bedeutsame Persönlichkeitseigenschaft (Oubaid & Anheuser, 2020). Sie beschreibt die Bereitschaft, nach vorgegebenen Regeln und Strukturen zu handeln. Gerade im Verkehr ist diese Eigenschaft entscheidend, da die technische Gestaltung der Arbeitssituation den Handlungsspielraum vorgibt. Effektives und sicheres Verhalten kann nur innerhalb dieser Vorgaben stattfinden. In den Verordnungen AFGBV und StVFernLV ist der Aspekt der Regelorientierung bisher nicht abgebildet.

In der AFGBV und der StVFernLV wird der Begriff der „Zuverlässigkeit“ als Anforderung an Teleoperatoren verwendet. Dies ist ein unbestimmter Rechtsbegriff, der erst in psychologische Merkmale und Messungen übersetzt werden muss, um die Zuverlässigkeit einer Person festzustellen. Bisher ist lediglich ein Punktestand von mehr als drei Punkten im Fahrerlaubnisregister als Ausschlusskriterium definiert. Es ist mehr als fraglich, ob das den Aspekt der Zuverlässigkeit hinreichend gut abbildet. Man kann auch unzuverlässig sein, ohne grob gegen Verkehrsregeln zu verstoßen.

Wie oben bereits ausgeführt ist der Aufbau eines adäquaten Situationsbewusstseins beim Teleoperieren eine ganz wesentliche Grundkompetenz. Dazu benötigt es räumliches Vorstellungsvermögen und ein sehr gutes Arbeitsgedächtnis, da kontinuierlich bildhafte Informationen verarbeitet werden müssen. Diese Kompetenzen könnten als eignungsrelevante Prüfgrößen herangezogen werden. Auch andere geistige Anforderungen bekommen beim Teleoperieren besonderes Gewicht. Ausgeprägt sein müssen beispielsweise auch intellektuelle Voraussetzungen zum Systemverständnis, wie abstraktes Denken, Risikobewertung und die Fähigkeit zur Szenarioanalyse, die das Erkennen von Risiken durch Systemversagen und das fehlerfreie Eingreifen bei Systemausfällen überhaupt erst ermöglichen. Solche Fähigkeiten sind in den Eignungskriterien bisher nicht abgebildet.

Ein sinnvoller Ansatz wäre der ergänzende Einsatz von Leistungs- und Persönlichkeits-tests sowie von Arbeits- und Fahrproben zur Überprüfung der Eignung.

In der Straßenverkehr-Fernlenk-Verordnung (StVFernLV) ist dies zumindest teilweise schon vorgesehen: Die Testerfordernisse und Ergebnisanforderungen orientieren sich an den Voraussetzungen für Fahrer im gewerblichen Personenverkehr (Taxi, Bus, Mietwagen). Rechtsgrundlagen hierfür finden sich bereits in § 11 Abs. 9 i. V. m. Anlage 5, § 12 Abs. 6 Nr. 2 i. V. m. Anlage 6 sowie § 48 FeV.

4.4 Vorgaben für die ergonomische Gestaltung des TA/TO-Arbeitsplatzes verankern

Eignung und Befähigung kann man verkürzt als eine zeitlich und situationsübergreifend stabile Basiskompetenz einer Person auffassen, mit Hilfe ihrer körperlichen, geistigen und verhaltensbezogenen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnissen eine sichere Teilnahme am Straßenverkehr sicher zu stellen. Allerdings muss diese Handlungskompetenz, die zur Gefahrenabwehr und dem Allgemeinschutz unbedingt erforderlich ist, auch erfolgreich angewandt werden können.

Das Zusammenspiel von technischer Ausstattung des Arbeitsplatzes und der Kompetenz des Teleoperators wurde bei der Entwicklung der Vorschriften bisher kaum berücksichtigt. Die Informationsverarbeitung wird durch reduzierte Wahrnehmungsmöglichkeiten erheblich erschwert. Latenzen erhöhen die Komplexität zusätzlich. Daher stellt sich die Frage, wie die ergonomische Gestaltung des Arbeitsplatzes den Teleoperator dabei entlasten und Fehler vermeiden helfen kann (vgl. Fastenmeier, 2024). Die ergonomische Gestaltung des Cockpits muss dabei immer auf Grundlage einer fachgerechten Aufgaben- und Anforderungsanalyse entwickelt werden (siehe 4.1).

Das Informationsangebot muss zeitgerecht, relevant, situationsspezifisch, adäquat und klar verständlich sein und nicht zuletzt vom Telefaher auch akzeptiert werden. Nützlich wären zum Beispiel eine Distanzanzeige zum vorausfahrenden Fahrzeug oder Hinweise auf Geschwindigkeitsunterschiede im Verkehr. Latenzüberschreitungen und ein entsprechender Fahrtverzug sollten für den Teleoperator ebenfalls erkennbar sein, nicht erst die Ausführung eines Mini-mal Risk Manövers (MRM). Auch Warnhinweise zu besonders gefährdeten Verkehrsteilnehmern (Fußgänger, Radfahrer) oder zu besonderen Situationen (z. B. Parkplatzausfahrt) sind sinnvoll. Darüber hinaus sollten eine zuverlässige Datenübertragung, eine intuitive Benutzeroberfläche und ablenkungsfreie Arbeitsbedingungen selbstverständlich sein. Leistungsfähige Systeme zur Überwachung der Aufmerksamkeit könnten zusätzlich helfen, Ermüdung oder Ablenkung frühzeitig zu erkennen.

Fazit

Die vorgestellte Übernahme menschlicher Aufgaben hin zu einem technischen System wird mit oftmals unreflektierter Apologetik geradezu begrüßt und gilt als selbstverständlich umzusetzende Aufgabe, da damit u.a. der „störende“ menschliche Faktor ausgeschaltet würde und Unfallfreiheit erreicht wäre. Dies verkennt aber, dass Teleoperation auf einem anderen Ausgangspunkt beruht: Die Leistungsfähigkeit der Fahrzeugautomatisierung stößt an technische Grenzen und wird somit in einer Reihe von Fällen überschritten – deshalb braucht es dann u.a. die Teleoperation. Weiter bleibt unbeachtet: Bei den hoch- und vollautomatisierten Verkehrssystemen handelt es sich nicht um Sicherheitstechnologien im engeren Sinn, sondern sie legitimieren sich aus wirtschaftlichen und industriepolitischen Zielsetzungen. Grenzen und Risiken, die mit der Einführung solcher Systeme verbunden sind, werden zwar durchaus thematisiert, dem „Faktor Mensch“ dabei allerdings bei Weitem nicht die Aufmerksamkeit gewidmet, die im Sinne der Verkehrssicherheit wünschenswert wäre. Und während das Fahrerlaubniswesen, die Fahrerlaubnisverordnung, die fachlichen Begutachtungsgrundlagen (Leitlinien und Beurteilungskriterien) und die Straßenverkehrsordnung den natürlichen Fahrer differenziert erfassen, fehlt Vergleichbares für den „heimlichen“ Fahrer Teleoperator. Bestehendes Arbeitsrecht und gewerbliche Regularien allein genügen hier nicht. So aber Automation auf ihrer höchsten Stufe als autonomes System in den öffentlichen Verkehr implementiert wird, müssen auch die neu auf den Plan tretenden menschlichen Systemkomponenten (vor allem der Teleoperator, aber auch die Fahrgäste, Betreiber, Ausbilder, Prüfer, u.a.m.) an allen relevanten Orten des Verhaltensrechts hinreichend bedacht werden.

Im Sinne der „Ironien der Automation“ (Bainbridge, 1983) lässt sich feststellen: Je stärker eine Automatisierung ausgeprägt ist, desto weniger ist der Mensch in der Lage, sie zu beherrschen. Man erreicht letztlich das Gegenteil von dem, was man eigentlich erreichen will. So ist z.B. eine vollständige technische Übernahme menschlicher Aufgaben nicht garantiert und das Paradoxon an dieser Entwicklung – die Verschiebung der Probleme – wird entweder negiert oder nicht erkannt: Die technisch machbaren, meist „leichteren“ Aufgaben werden automatisiert, übrig bleiben Aufgabenteile mit hoher Komplexität, die dann nicht mehr vom Fahrer im Fahrzeug, sondern fortan vom Teleoperator erfüllt werden müssen. Mögliche Fehler/Probleme, die aus der Aufgabenverschiebung resultieren, müssen durch den Einsatz der TO ausgeglichen werden, die wiederum neuen Fehlerquellen ausgesetzt ist (Verzögerungen im Signal, fehlende Sinneseindrücke, reduzierte Wahrnehmung): Ein schönes Beispiel für die Ironien der Automation bzw. letztlich für eine Verlängerung dieser Ironien im Sinne einer Ironie der Ironie (vgl. Fastenmeier, 2024). Damit Teleoperation nicht zu Lasten der Verkehrssicherheit geht, benötigt es also zusätzliche Vorgaben und Regelungen in den Bereichen Arbeitsplatzgestaltung, Ergonomie und Eignung. Ob die hier genannten, möglichen Massnahmen (Anforderungsprofile, Leistungstests usw.) dass durch die beschriebene Art der Teleoperation geschaffene Sicherheitsproblem (mangelnde Systemzuverlässigkeit und das Paradoxon einer Doppelung der Fehlermöglichkeiten gegenüber herkömmlicher Fahrzeugführung) beheben oder deutlich zu entschärfen vermögen erscheint allerdings fraglich. Das Konzept der Teleoperation steckt noch nicht einmal in den Kinderschuhen, sondern bestenfalls in «Baby-Ballerinas».

Autoren

Prof. Dr. Wolfgang Fastenmeier
Dr. Thomas Wagner

Impressum

**Deutsche Gesellschaft für
Verkehrspsychologie e.V.
(DGVP)**

Geschäftsstelle:
Haus der Psychologie
Am Köllnischen Park 2
10179 Berlin

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

Präsident:
Prof. Dr. Wolfgang Fastenmeier
(Berlin / München)
Vizepräsident:innen:
Dr. Thomas Wagner (Dresden)
Dr. Bettina Schützhofer (Wien, A)

Schatzmeister:
Dr. Peter Strohbeck-Kühner
(Heidelberg)
Schriftführer:
Dipl.-Psych. Jürgen
Brenner-Hartmann (Ulm)

Weitere Vorstandsmitglieder:
Dr. Tina Gehlert
Dr. Stefan Siegrist

Nachdruck ohne Veränderungen
gestattet – Beleg erbeten

Literatur

- Bainbridge, L. (1983). Ironies of Automation. *Automatica*, 19, 775-779.
- BAST (2025). Abschlussbericht der Expertengruppe „Forschungsbedarf Teleoperation“, F166a. Bergisch-Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Dix, A., Helmert, J.R., Wagner, Th. & Pannasch, S. (2021). Autonom und unfallfrei – Betrachtungen zur Rolle der Technischen Aufsicht im Kontext des autonomen Fahrens. *Psychologie des Alltagshandelns / Psychology of Everyday Activity*, 14 (2), 5-18.
- Fastenmeier, W., Schlag, B., Kubitzki, J., Risser, R. & Gstalter, H. (2016). *Hochautomatisiertes oder autonomes Fahren als wünschenswerte Zukunftsvision? Offene Fragen mit Blick auf die Mensch-Maschine-Interaktion*. Positionspapier 03/2016 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrspsychologie e.V. Berlin: DGVP.
- Fastenmeier, W. (2024). Offene Fragen zu Teleoperation und Automation im Straßenverkehr – oder: Führt die Digitalisierung zu einer paradoxen Entwicklung? *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 70, 153-159.
- Oubaid, V. & Anheuser, P. (2020). Risikoreduktion durch differentialpsychologische Analyse von medizinischen Berufsanforderungen. Eingeladener Vortrag auf dem 72. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Urologie e. V., 24.-26.9.2020 Virtueller Kongress, WWW.DGU-KONGRESS.DE
- Schrank, A. & Oehl, M. (2023). Remote Operation für autonome Fahrzeuge (SAE 4) im öffentlichen Personennahverkehr: Herausforderungen und Konzepte für die Gestaltung einer Mensch-Maschine-Schnittstelle für die Technische Aufsicht. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 68, 125-131.
- Wagner, Th. (2025). Die Teleoperation im Verkehrsrecht - Anforderungen an die Eignung des „heimlichen Fahrers“ im Leitstand. *Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht*, 02/2025, 1-5.