

Stellungnahme

Die Zukunft des automatisierten und vernetzten Fahrens in der deutschen Automobilindustrie – Digitale Technologien als Schlüssel zum Erfolg

November 2022

Zusammenfassung

Die Digitalisierung spielt eine zentrale Rolle in der Transformation der Automobilwirtschaft. Gerne nimmt der Bitkom den Call for Evidence des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz deshalb zum Anlass, die Perspektive der Digitalwirtschaft zur Zukunft des automatisierten und vernetzten Fahrens in der deutschen Automobilwirtschaft einzubringen.

Nathalie Teer
Referentin Mobility &
Logistics

T +49 30 27576-250
n.teer@bitkom.org

Albrechtstraße 10
10117 Berlin

71%

der Bundesbürgerinnen
und Bundesbürger
würden in ein
autonomes Taxi steigen
(2019: 48%).

Quelle: [Bitkom-Studie 2022](#)

Aktuelle Situation

In welchen Bereichen des automatisierten und vernetzten Fahrens ist Deutschland nach Ihrer Meinung besonders innovativ und wettbewerbsstark? In welchen Bereichen bestehen noch Schwächen?

Deutschland hat mit dem Gesetz zum autonomen Fahren eine sehr gute Basis geschaffen, die autonome Mobilität auf die Straße zu bringen – **der regulatorische Rahmen ist ein starker Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Ländern**. Allerdings geht es nun darum, diesen zügig und konsequent umzusetzen, um die Technologie schnellstmöglich auszurollen. Hierin besteht derzeit noch eine Schwäche, da in der praxisnahen Umsetzung noch einige offene Fragen in Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Behörden der Klärung bedürfen.

Durch die historisch gewachsenen Strukturen der Automobilindustrie bestehen die Wettbewerbsstärken Deutschlands insbesondere im Hinblick auf **eingespielte Qualitätsprozesse** und die **Beherrschung der industriellen Massenfertigung**. Speziell im Hinblick auf das hochautomatisierte bzw. autonome Fahren bestehen Stärken bzgl. der **Integration von ADAS/AD-Systemen und vernetzten Fahrfunktionen in die Gesamtfahrzeug-Architektur**, dies gilt besonders für die Schnittstelle von Hardware und Software. Auch beherrscht die deutsche Industrie die Architekturebenen des Gesamtfahrzeugs und ist in den Bereichen **Fahrwerk, Lenkung und Bremse (Aktuatorik)** extrem wettbewerbsstark.

Allerdings gibt es auch einige **Schwächen**: in Punkto Regulatorik sorgt **die Regulierung von künstlicher Intelligenz auf europäischer Ebene (AI Act)** für Verunsicherung und könnte zu einer großen Herausforderung im Bereich des autonomen Fahrens werden. Da sich die Technologie weiterhin in der Entwicklung befindet, auch wenn diese bereits fortgeschritten ist, sind wichtige Konzepte noch im Fluss und konkrete Auswirkungen können bestenfalls antizipiert werden.

Der Einsatz von künstlicher Intelligenz in risikoreichen Anwendungsbereichen im Sinne der KI-Regulierung ist sozial- und wirtschaftspolitisch höchst wünschenswert und wird im Laufe der Zeit stetig zunehmen. Das Ziel muss daher sein, einen Rahmen zu schaffen, in dem europäische Spitzenleistungen im Bereich der vertrauenswürdigen KI gefördert und ermöglicht werden. Bei der Ausgestaltung der Regeln gilt, dass die EU-Kommission Raum für die Entwicklung der Technologie zum Nutzen der Gesellschaft und der Wirtschaft lassen sollte.

Darüber hinaus sehen wir im Bereich der Software-Entwicklung noch Entwicklungspotenzial. Zwar investieren einige Unternehmen vermehrt in diese Bereiche, jedoch sind KI und klassische Software nicht über **agile Software-Development-Prozesse eingebunden**, da bislang die Kompetenzen fehlen. Zukäufe bzw. Aktivitäten in neuen Technologien werden oftmals (früher oder später) in die

Konzernstrukturen integriert. Dies führt meist zum Misserfolg, weil sich agile Software/Hardware-Entwicklung nicht mit den alten Industriestrukturen verträgt. Besser wäre es eigenständige operative Strukturen zu schaffen, d.h. ein Netzwerk an Tochterunternehmen (geistiges Eigentum, Haftung, gesellschaftsrechtliche Kontrolle), die zwar rechtlich (auch hier Stichwort geistiges Eigentum) von der Automobilindustrie kontrolliert werden, kulturell und organisatorisch jedoch eigenständig sind.

Darüber hinaus besteht oftmals noch **ein veraltetes Bild von Architekturen**: hier lässt sich das Beispiel der zentralen Compute-Strategie von Tesla anbringen, die im Kontrast zu dezentralen Steuergeräte-Architekturen bei den traditionellen OEMs steht. Gleiches lässt sich für AD Software-Stack Gesamtlösungen (SENSE-PLAN-ACT) feststellen.

Auch im Hinblick auf weitere Schlüsseltechnologien für das autonome Fahren wie der Bildverarbeitung, der Interpretation von Sensordaten und KI-Methoden ist noch Luft nach oben.

Nicht zuletzt ist autonomes Fahren auch vernetzt. Fahrzeuge sind über eine leistungsfähige Mobilfunkarchitektur mit dem Backend verbunden. Dies macht es dann z.B. möglich, Fahrmanöver zwischen verschiedenen Fahrzeugen zu koordinieren (z.B. beim Spurwechsel "Cooperative Lane Change Maneuver") oder sorgt dafür dass die Technische Aufsicht ständig in Verbindung mit dem Fahrzeug stehen kann. Hier ist die Erhöhung der Netzverfügbarkeit von großer Bedeutung, sei es durch den weiteren Netzausbau, aber und insbesondere auch durch die Bereitstellung von Quality of Service in den Mobilfunknetzen.

Wie könnten die Stärken weiter gefördert werden?

Welche Faktoren sind nach Ihrer Ansicht hier ausschlaggebend?

Vorhandene Stärken in den Bereichen (1) Gesamtfahrzeugintegration und (2) qualitätvolle Serienfertigung (Industrialisierung) müssen durch **Kompetenzaufbau in den Bereichen Software, Cybersecurity und Digitalisierung** allgemein ergänzt werden. Am besten geeignet dürfte dafür die o.g. eigenständigen operativen Strukturen sein, um relevante Talente mit attraktiven und innovativen Rahmenbedingungen zu gewinnen.

Außerdem sollten Referenzarchitekturen und Zertifizierungen für Fahrzeug-Steuerung und -Intelligenz, Fahrzeug-Überwachung, Cloud und Digitale Zwillinge gefördert werden. Referenzarchitekturen und Datenflüsse sind dabei Ende-zu-Ende und in internationalen Kontexten zu denken. Fahrzeuge unterschiedlicher Hersteller müssen über Zuständigkeitsgrenzen hinaus interagieren können. Eine automatisierte Fahrzeug-Interaktion mit den IT-Systemen der jeweils vor Ort zuständigen Verkehrszentralen ist als Teil der Referenzarchitekturen zu sehen.

Anstelle einer klassischen Standardisierung von Datensätzen und deren Austauschformate, ist im Sinne einer agilen Software-Entwicklung ein Schwerpunkt auf die **Harmonisierung der Datenaustauschmethodik** zu legen. Dadurch wird Raum

für die Entkopplung von Entwicklungsprozessen geschaffen und eine bedarfsorientierte dynamische Konvertierung von Datenformaten und Austauschprotokollen ermöglicht.

Abseits der einzelnen Bereiche innerhalb der Unternehmen ist es von großer Bedeutung, **Projekte mit konkreter Umsetzung in den Regelbetrieb unter normalen Rahmenbedingungen zu fördern**. Kriterien für solche Projekte sollten sein, dass die Fahrzeuge rund um die Uhr eingesetzt werden, normale Geschwindigkeitsprofile haben und echte Kund:innen befördern.

In welchen Bereichen der Produktion von Technologien des automatisierten und vernetzten Fahrens bestehen einseitige Abhängigkeiten?

Abhängigkeiten bestehen insbesondere im Hinblick auf AD Hardware- und Software Plattformen. Auch bei Sensoren, Leitern und Chips gibt es deutliche Abhängigkeiten.

Welche Bedeutung haben die Entwicklung und Markteinführung von Technologien des automatisierten und vernetzten Fahrens in der Automobilindustrie für andere Industriebranchen und Sektoren? Werden sich die Auswirkungen dieser Technologien bis 2030 verändern?

Im Jahr 2030 wird das automatisierte und vernetzte Fahren eine Grundfähigkeit der Fahrzeuge darstellen, ohne die Erfolg auf dem Markt nicht möglich sein wird: von Lastfahrzeugen über Landwirtschaft bis hin zu Personenbeförderung und Personenkraftfahrzeugen. Der Verkauf von Fahrzeugen und der Erfolg von Zulieferern wird davon abhängen, welche signifikativen Beiträge zum automatisierten und vernetzten Fahren sie leisten und welche Alleinstellungsmerkmale (engl. „Unique Selling Points“ – USPs) in der deutschen Wirtschaft behalten werden. Dabei besteht die **Gefahr, dass weltweit und sogar im deutschen Binnenmarkt ausländische Anbieter aus China, Japan, Korea und USA den Markt mit günstigen leistungsfähigen Fahrzeugen für den Massenmarkt überfluten**.

Sofern es gelingt, dieses Szenario zu verhindern, besteht eine hohe Chance, das gesamte Mobilitätssystem mit **neuen Mobilitätsdiensten und insbesondere den Ö[PN]V durch autonomes Fahren leistungsfähiger** zu machen. Der Entfall des Fahrers (bei ohnehin bestehendem Fahrer:innenmangel) beispielsweise führt zu deutlichen Kostenreduzierungen.

Nicht nur die Personenbeförderung, auch die Logistikbranche würde nicht zuletzt mit Blick auf den auch hier vorherrschenden akuten Fahrer:innenmangel von einem schnellen Roll-Out der Technologie profitieren.

Auch auf die **Versicherungswirtschaft** hat das automatisierte Fahren Auswirkungen: aufgrund des hohen Digitalisierungsgrades werden **Versicherungsprodukte auf Mobilität als Gesamtes angepasst** und die Haftungsklä rung ist nur mit zusätzlichen digitalen Beweismitteln möglich. Auch die Rechtsprechung zur Schuldfrage bei Vorfällen wird komplexer, sie erfordert **mehr Sachverständige** und sowie **neue Themenfelder für die öffentliche Bestellung von Sachverständigen**. Auch **die IT-Forensik** gewinnt immer mehr an Bedeutung. Letztendlich wird das Fahrzeug immer mehr zum Zeugen.

Automatisiertes und vernetztes Fahren im internationalen Kontext

Welche Technologie- und Kompetenzfelder sind für eine international führende Position eines Automobilherstellers (OEM) beim automatisierten und vernetzten Fahren von Bedeutung?

Im Hinblick auf Technologie- und Kompetenzfelder ist es von zentraler Bedeutung, die gesamte Technologie-Kette zu beherrschen: sowohl **Recheneinheiten** als auch **Sensorik** und **Umfeldererkennung** sowie **Datenfusion** und **Fahrzeugsteuerung** sind relevant. Ebenso bedarf es Kompetenzen für Level 4-fähige Antriebe, in den Bereichen **Fahrdynamik und Differenzierung bei Fahreffizienz, Fahrkomfort und Fahrsicherheit**. Auch die Konnektivitätseinheit ist eine entscheidende Komponente.

Voraussetzung hierfür ist es, ein Verständnis für das Gesamtfahrzeug, inkl. der AD-Gesamtfahr-lösung, zu haben, das Soft- und Hardwareentwicklung beinhaltet. Nicht zuletzt deshalb ist auch **Künstliche Intelligenz** ein zentrales Technologiefeld, das wiederum enorme Mengen an Trainingsdaten benötigt, um den virtuellen Fahrer zu trainieren. Weiterhin spielen Kompetenzen im Bereich der **Cybersicherheit** eine zentrale Rolle für autonome Fahrsysteme.

Welche Lehren kann Deutschland aus der Förderung von Technologien des automatisierten und vernetzten Fahrens in anderen Ländern ziehen? Sind Ihnen Beispiele für erfolgreiche Strategien des automatisierten und vernetzten Fahrens in anderen Ländern bekannt? Wenn ja, welche Punkte sehen Sie hier als entscheidend an?

Im Allgemeinen kann das **Vorgehen der UK Law Commission** zum vernetzten und automatisierten Fahren Anregungen für ein dauerhaftes, dialog-basiertes, abgestimmtes und schrittweises Vorgehen zum Anpassen gesetzlicher Rahmenbedingungen geben. Vorteil ist auch ein Einbinden der Öffentlichkeit und des gesellschaftlichen Diskurses über entsprechende Plattformen (Internet-Präsenz, veröffentlichte Berichte, Aktivität im Rahmen von Fachtagungen etc.).

Für den zügigen Roll-Out der Technologie sollte es **Anschubfinanzierungen geben, die auf den Realbetrieb ausgelegt** sind, wie dies bereits in Südkorea gängige Praxis ist. So gab die südkoreanische Regierung im Januar 2021 bekannt, dass sie von 2021 bis 2027 insgesamt circa 930 Millionen US\$ in die Kommerzialisierung von mindestens Stufe 4 des autonomen Fahrens investieren will.¹

Nur strukturelle und flächendeckende Anschubfinanzierungen, im Gegensatz zu einzelnen Projektförderungen, ermöglichen einen langfristigen Erfolg der Vorhaben und sollten deshalb das Mittel der Wahl sein.

Außerdem braucht es **gezielte Förderungen für Städte und Kommunen (z.B. für Level-4-Infrastrukturen), um diese für das automatisierte Fahren vorzubereiten**. Auch hier kann Südkorea als Vorbild dienen: Nach einer Strategie des Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) von Oktober 2019 will Südkorea bis 2024 die Infrastruktur für die wichtigsten Straßen für komplett autonomes Fahren eingerichtet haben.²

Dies gilt vor allem für den **Ausbau der bestehenden dynamischen Straßeninfrastruktur**: Lichtsignalanlagen, Wechselverkehrszeichen, Parkleitsysteme und Bahnübergänge (technisch gesichert und ungesichert) sollen ertüchtigt werden, ihre dynamischen Daten digital zur Verkehrssteuerung bereitzustellen. Die Datenbereitstellung kann über Backends (etwa von Verkehrszentralen) und lokale Kommunikation (zum Beispiel direkte und netzwerkbasierte Datenübertragung) erfolgen. Wie die möglichst flächendeckende Verfügbarkeit dieser Informationen von großer Bedeutung ist, sind hier feste Zielgrößen zu definieren, die pro Jahr an digitaler Abbildung erreicht werden sollen. Diese Zielgrößen, wie auch die Zielgrößen für die Abbildung der Elemente der Verkehrsinfrastruktur sollten in einem Monitoring-

¹ Quelle: Germany Trade & Invest (GTAI), <https://www.gtai.de/de/trade/suedkorea/branchen/markttrends-611794>

² Quelle: MOTIE, Korea Automobile Manufacturers Association (KAMA), Korea Automobile Importers & Distributors Association (KAIDA)

87%

der Bundesbürgerinnen und Bundesbürger wünschen sich, dass Kommunen, Länder und Bund deutlich mehr Geld in digitale Verkehrsinfrastruktur wie intelligente Ampeln oder Verkehrszeichen investieren.

Quelle: [Bitkom-Studie 2022](#)

Instrument allgemein verfügbar gemacht werden, um die Definition von ODDs für automatisiertes Fahren zu erleichtern.

Ein Beispiel für eine erfolgreiche nationale Initiative zur digitalen Bereitstellung von dynamischen Daten von Wechselverkehrszeichen und Lichtsignalanlagen, zur backend-basierten Nutzung, ist die Talking-Traffic Initiative in den Niederlanden ([Web-Link](#)). Der laufende Fortschritt der landesweiten Umstellung auf vernetzte Verkehrsinfrastruktur wird in einem „Dashboard“ als Monitoring-Instrument bereitgestellt.

Inwiefern sind Kooperationen aus Ihrer Sicht notwendig oder vorteilhaft, um sich im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens bis Level 5 im internationalen Wettbewerb zu positionieren?

Die Integrationskompetenz der deutschen Automobilindustrie und die bestehenden Kompetenzschwächen/-lücken machen **Kooperationen sowohl innerhalb der Industrie als auch mit Tech-Unternehmen und Start-Ups** zwingend relevant.

Dies gilt nicht zuletzt für den Bereich **Datenaustausch**. Allerdings sollten sich Kooperationen nicht auf Deutschland beschränken – um langfristig erfolgreich zu bleiben, braucht es ein **europäisches Partnernetzwerk**, das stabile und langlebige Kooperationen auf Augenhöhe ermöglicht.

Neben Anstrengungen zur Datenbereitstellung und zur sektorübergreifenden Kooperation werden skalierbare Referenzarchitekturen zur zielgerichteten Datenlieferung in einem grenz- und zuständigkeitsübergreifenden Verbund benötigt. Diese müssen zügig von Forschungsdemonstratoren in nachhaltige Betriebsstrukturen überführt werden. Hier sind organisatorische und finanzielle Rahmenbedingungen neu zu denken.

Aktuell bestehen geeignete Allianzen noch nicht in ausreichenden Maßen, sodass gigantische Investitionen auf große technische Schwierigkeiten, enorme Verluste und hohe Redundanzen stoßen.

Ohne die Förderung von gewinnbringenden Kooperationen besteht die Gefahr, dass autonome Fahrzeuge nicht aus Europa, sondern vorwiegend aus Übersee kommen. Deutschland und die EU müssen die **Potenziale des autonomen Fahrens als industriepolitisch relevant einstufen**, auf einer Stufe mit Batteriezellenfertigung und dem Aufbau eines Datenökosystems.

Dies gilt sowohl für die industriepolitische Ebene als auch für **die Zusammenarbeit von Ländern, Städten und Kommunen**: kleinere Kommunen und Gemeinden sind wichtige Anwendungsfälle für den Einsatz autonomer Fahrzeuge, sodass es für einen erfolgreichen Einsatz z.B. von Shuttles einer engen Zusammenarbeit zwischen den

43%

der Bundesbürgerinnen und Bundesbürger rechnen damit, dass neue Automobilhersteller wie Tesla den Wettbewerb um das autonome Fahren für sich entscheiden werden (2019: 37%).

Quelle: Bitkom-Studie 2022

Kommunen und gleichzeitig einer Stärkung der Verkehrsverbände zur Kommunen übergreifenden Beschaffung ausreichend großer Flotten bedarf.

Weiterhin ist die Zusammenarbeit zwischen Ländern, Kommunen und Betreibern autonomer Flotten für die Umsetzung des regulatorischen Rahmens wichtig: nach aktueller Gesetzeslage dürfen autonome Fahrzeuge nur mit einer Technischen Aufsicht betrieben werden. Dabei ist es bei der Auslegung der Regulatorik wichtig, dass die Aufsicht auch länderübergreifend agieren darf. Nicht zuletzt deshalb ist ein Partnernetzwerk zwischen Länderbehörden und Betreibern erforderlich.

Wie gehen Sie mit unterschiedlichen internationalen Regularien hinsichtlich des automatisierten und vernetzten Fahrens um?

Die Zulassungsvoraussetzungen müssen **möglichst schnell international harmonisiert** werden, denn unterschiedliche Voraussetzungen erhöhen den Aufwand für Zulassung und Validierung entscheidend. Auch die internen Prozesse zur Beherrschung unterschiedlicher rechtlicher Anforderungen sind sehr aufwändig.

Dies wirkt sich einerseits auf die Produktausgestaltung aus (verschiedene Versionen bzw. Fähigkeit die Produktausgestaltung je nach Einsatzort anzupassen) und beeinflusst andererseits operative Prozesse und Geschäftsmodelle.

Schlussendlich wäre eine **Harmonisierung zur Eindämmung der gegebenen Komplexität also wünschenswert**. Der deutsche und EU-Rechtsrahmen sind hier gut Vorbilder – die Erfahrungswerte, die bei der Erarbeitung der Rechtsrahmen gewonnen wurden, sollten deshalb für die europäische Diskussion und UN-Gremien mit dem Ziel der Harmonisierung genutzt werden.

Wäre es sinnvoll, in Europa ein eigenes Ökosystem für das automatisierte und vernetzte Fahren aufzubauen, das sich in zentralen Aspekten von vergleichbaren Ökosystemen in anderen Weltregionen unterscheidet?

Es wird wohl **nur in begrenztem Maße möglich sein, eine eigene „dedicated“ Infrastruktur aufzubauen**. Auch eine „infrastructure for robots“ erscheint für Europa wenig sinnvoll, sondern es müssen Technologien und Anwendungsfälle für die bestehende Infrastruktur und die bestehenden Mischverkehr-Szenarien definiert werden.

Vor diesem Hintergrund erscheint eine **Fokussierung auf den Einsatz von Level 4-fähigen Bus/Shuttle Flotten** sinnvoll und wäre den Zielen der Mobilitätswende dienlich. Hierdurch würden außerdem die strategischen Vorteile europäischer Hersteller von AD-Anwendungen konkret unterstützt werden. Hierzu bedarf es einer **spezifischen Förderlandschaft für den Regelbetrieb solcher Anwendungen**, zu der

sowohl neue Mobilitätsdienste wie Ridepooling und -Hailing als auch ÖV-Anwendungen gehören.

Als Ergänzung für Anwendungen im Mischverkehr kann die Reaktivierung von Bahnstrecken mit Level 4-fähigen Shuttlen weitere Potenziale für den Ausbau des ÖPNV heben. Auf Streckenabschnitten, die durch geringere zu erwartenden Passagieraufkommen nicht wirtschaftlich durch Bahnkörper zu betreiben sind, haben Shuttle mit einer Transportkapazität von bis zu 25 Personen entscheidende Kostenvorteile. Zusätzlich sind mit autonomen Shuttlen auch auf reaktivierten Bahnstrecken On-Demand Lösungen umsetzbar. Auch fallen die Kosten pro km zu reaktivierender Schiene gegenüber der Asphaltierung und damit Instandsetzung für Shuttles deutlich zu Gunsten der Asphaltierung aus.

Rahmenbedingungen und Herausforderungen

Welche Rahmenbedingungen sind aus Ihrer Sicht notwendig, um Deutschland zu einem führenden Innovationsstandort für das automatisierte und vernetzte Fahren zu entwickeln?

Die bestehende Gesetzeslage bietet bereits einen guten Rahmen. Wichtig ist, dass dieser weiterhin verlässlich und vor allem **technologieoffen weiterentwickelt** wird.

Begleitend hierzu bedarf es einer **fortschritts- und innovationsorientierten Verwaltung**: oftmals dauern Genehmigungsverfahren zu lang, Zuständigkeiten sind stark verteilt und die Verwaltungspraxis orientiert sich an einer konservativen Rechtsauslegung, die oftmals Innovationsschritte verzögert.

Auch hier gilt es wieder, großflächige Projekte im Regelbetrieb statt einzelner Fahrzeuge zu fördern sowie 5G-Netzwerk für zuverlässige Fahrzeugüberwachung auszubauen.

Was sind nach Ihrer Einschätzung die besonderen Innovations-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfe für das automatisierte und vernetzten Fahren?

Im Bereich der Fahrzeugtechnologie bedarf es weiterer Forschung und Entwicklung, um die **Innovationsführerschaft einerseits und die Vorreiterrolle für die autonomen Fahrfunktionen andererseits** zu erreichen bzw. zu halten. Insbesondere in den Bereichen zuverlässige Umfelderkennung, sichere Fahrplanung und Beherrschung der

Fahrdynamik auch in Ausnahmesituationen muss kontinuierlich in F&E-Aktivitäten investiert werden, auch um bereits erreicht Sicherheitsniveaus zu erhalten und somit die Sicherheit aller durch die Verfügbarkeit automatisierter Fahrfunktionen sicherzustellen.

Forschung und Entwicklung umfasst bei vernetzten und automatisierten Produkten jedoch nicht nur das Fahrzeug selbst, sondern auch **den operativen Betrieb und das Service-Konzept**. Daher ist es wichtig, die rechtlichen Rahmenbedingungen für das Testen von Prototypen so zu setzen, dass nicht nur die reine Produkterprobung, sondern auch die **Erprobung von operativen Prozessen bis hin zum kommerziellen Service** (in begrenzten Maßen) ermöglicht wird.

Was sind nach Ihrer Einschätzung die derzeitigen Hindernisse in Bezug auf die Skalierung, Kommerzialisierung und den Einsatz von automatisiertem und vernetztem Fahren in Deutschland?

Die Förderlandschaft für innovativen Technologien ist vorhanden und grundsätzlich gut, sollte jedoch noch gezielter zu **Stimulierung eines breiten Marktes für nationale Technologien** eingesetzt werden. Sensorsetups z.B. sind zu teuer für eine größere Skalierung (vgl. Waymo) und/oder Systeme nicht hinreichend sicher bei skalierbaren Sensorsetups (vgl. Tesla).

In diesem Zusammenhang spielt auch die Verfügbarkeit von Kapital eine große Rolle, da diese durch die enormen **Belastungen bei der Transformation der Automobilindustrie** durch die Antriebswende, die multiplen Krisen weltweit und die massiven Energiekostensteigerungen stark eingeschränkt ist.

Speziell für die **Öffentlichen Verkehre** ist der Markt zu kleinteilig und ohne einheitliche Schnittstellen. Hier werden insbesondere operative **Standards** benötigt, um bestehende Lösungen großflächig skalieren zu können. In diesem Zusammenhang spielen auch wieder zu hohe Investitionskosten und ein damit einhergehendes Risiko für Städte und Gemeinden eine bedeutende Rolle. Für private Flottenbetreiber wiederum wird es sehr schwierig werden mit dem ÖPNV zu konkurrieren, da der ÖPNV stark subventioniert wird.

Im Hinblick auf Skalierung und Kommerzialisierung sind nicht zuletzt Daten für die moderne, vernetzte Mobilität zu einem wichtigen Gut geworden. Daten, die über standardisierte Schnittstellen abgerufen und ausgetauscht werden können, enthalten Informationen von besonderer verkehrspolitischer Bedeutung, etwa aus dem Bereich des öffentlichen Verkehrs, oder mit Relevanz für die Straßenverkehrssicherheit. Daneben erfolgt auch ein besonders schützenswerter Datenaustausch mit individuellen Kunden von Mobilitätsanwendungen. Da viele Stakeholder an dem Prozess der Datengewinnung, Datenverarbeitung und Datennutzung beteiligt sind, ist es dringend

erforderlich, die Methodik zum Datenaustausch zu harmonisieren und den Datenfluss in rückverfolgbare Bahnen zu lenken. Damit wird u.a. Start-Ups und Unternehmen, die in den Datenaustausch einsteigen wollen, ein einfacher Weg geboten, neue Geschäftsmodelle zu erproben. Gleichzeitig bleibt es für die Gesellschaft nachvollziehbar, wo welche Daten in welchem Umfang und zu welchen Zwecken generiert, verarbeitet oder wenn nötig gespeichert werden. Ein Transparenter, sicherer und nachvollziehbarer Datenaustausch muss gewährleistet werden. Falls es zu Vorfällen, egal ob durch kriminelle Handlung oder durch einen Unfall begründet, kommt, muss eine digitale Forensik möglich sein.

Welche regulatorischen Rahmenbedingungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens sind aus Ihrer Sicht noch verbesserungsbedürftig?

Die **Qualifikationsanforderungen bei der Technischen Aufsicht** in der AFGBV sind verbesserungsbedürftig: hier sind weiterhin unrealistische Parameter angelegt. Zusätzlich sollte das **Verhaltensrecht im Straßenverkehrsgesetz (StVG)** angepasst werden, hier beispielsweise die Reaktion von autonomen Fahrzeugen auf Einsatzfahrzeuge, sowie die Notwendigkeit ein Warndreieck aufstellen zu müssen. Praxistaugliche Umsetzungen für die Funktionalität autonomer Fahrzeuge in ihren Anwendungsbereichen sind absolut notwendig und sollten auch EU-weit harmonisiert werden.

Auch die aktuelle Regulierung (StVG Novellen 2017 und 2021 sowie die in diesem Zusammenhang stehende Durchführungsverordnung (EU) 2022/1426 der Europäischen Kommission vom 5. August 2022) beinhaltet recht komplexe Genehmigungsprozesse. Außerdem können hochautomatisierte Fahrzeuge derzeit lediglich in einer Kleinserie typgenehmigt und zugelassen werden. Mit Blick auf die Weiterentwicklung bestehender Regulierungen muss **bis 2024 darauf hingewirkt werden, dass es keine Stückzahllimitierung mehr gibt**.

Darüber hinaus sollten **Software-Updates für Feldfahrzeuge in den unterschiedlichen Zulassungsrechten** der Mitgliedstaaten ermöglicht werden.

Weiterhin müsste die Verordnung über den **Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr (BOKraft) wie folgt angepasst** werden:

Die Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr (BOKraft) knüpft an den Geltungsbereich des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG) an. Konkret gilt sie gemäß § 1 Abs. 1 BOKraft „für Unternehmen, die Fahrgäste mit Kraftfahrzeugen (...) befördern, soweit sie den Vorschriften des Personenbeförderungsgesetzes unterliegen“. Die Verordnung geht derzeit noch von Betriebspersonal im Fahrdienst aus. Deren Pflichten würden im automatisierten Fahrbetrieb der im Gesetz zum Autonomen Fahren neu geschaffenen Rechtsfigur der „Technischen Aufsicht“ zukommen. Jedoch befindet sich diese Technische Aufsicht während der Fahrt nicht im Fahrzeug.

Die zuständigen Behörden stehen also vor der Aufgabe, die BOKraft so schnell wie möglich angepasst an den automatisierten Fahrbetrieb anzupassen. Die neu geschaffene Rechtsfigur „Technische Aufsicht“ kann dabei natürlich in die bestehende BOKraft integriert werden. Als Alternative könnte auch eine alleinstehende BOKraft für Fahrzeuge mit automatisierter Fahrfunktion geschaffen werden.

Darüber hinaus bedarf es im Bereich der digitalen Verkehrsinfrastruktur rechtlicher Anpassungen: Die Anstrengungen zur Digitalisierung von Verkehrsinfrastrukturen (digitale Zwillinge), und die Bereitstellung dynamischer Daten von Lichtsignalanlagen oder Wechselverkehrszeichen durch Verkehrsleitzentralen, schafft die technische Voraussetzung, dass hoch-autonome Level-4-Fahrzeuge diese Informationen auf digitalem Weg erhalten (siehe oben). Eine optische Erfassung der für Menschen entworfenen Schilder-Kommunikation kann somit unabhängig von Wetter- oder vegetativer Bedingung gleichermaßen zuverlässig erfolgen.

Eine flächendeckende und herstellerübergreifende Datenlieferung kann durch geeignete Backend-Strukturen und moderne Mobilfunkkommunikation, mit Priorisierung dieser Datenkommunikation, erfolgen. Eine digitale Schilder-Information kann dadurch von Verkehrsleitzentralen zielgerichtet an autonome Fahrzeuge in dem Zuständigkeitsbereich erfolgen (in-vehicle signage).

Für diesen anstehenden Schritt im Digitalisierungsprozess sind geeignete rechtliche Rahmenbedingungen und technische Ausführungsrichtlinien zu entwickeln und länderübergreifend umzusetzen. Neben informativen Hinweisen (z.B. Warnungen vor Verkehrsstörungen) sollen auch verkehrsrechtliche Anweisungen, wie Geschwindigkeitsbegrenzungen oder Überholverbote, digital kommunizierbar sein. Gesicherte und ggf. empfangsbestätigte digitale Signalisierungen sollten den analogen optischen Kommunikationen über klassische Schilder rechtlich gleichgestellt werden.

Im Sinne agiler Software-Entwicklungsprozesse und einer zügigen Überführung von Test-Piloten in einen flächendeckenden Regelbetrieb sind die Richtlinien für Ausschreibungen und Beschaffungen geeigneter IT-Ergänzungen bei Verkehrsleitzentralen und Betreibern der öffentlichen Hand zu überdenken. Heutige Ausschreibungsverfahren dauern oft mehrere Jahre, benötigen nachgewiesene analoge Referenzimplementierungen und eine exakte Umsetzungsspezifizierungen, bevor eine Auftragserteilung erfolgen kann. Dies steht der Ambitionen einer Innovationsführerschaft und der Einführung agiler Software-Entwicklungsmethoden in Verkehrssektor entgegen.

Welche Standardisierungs- oder Normungsvorhaben im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens sind aus Ihrer Sicht noch notwendig oder verbesserungsbedürftig? Wie können Industrie und Verbände bei diesen Standardisierungs- und Normungsvorhaben bestmöglich unterstützt werden?

Auch wenn dies nicht überall möglich ist, insbesondere dort, wo funktionale Sicherheit und zugehörige Zulassungsverfahren eine Rolle spielen, so plädieren wir dafür bei möglichst vielen IKT-Diensten im Umfeld des vernetzten Fahrens heutige agile **Methoden und Prozesse der IT-Industrie stärker zu akzeptieren**. Dazu gehören De-Facto-Standards, die sich aus häufiger Nutzung ergeben, sowie Lösungen, die zunächst im Markt eingeführt werden und dann, sobald eine kritische Masse von Entwicklern und Nutzern vorhanden ist, in einen (Pseudo)-Standard überführt werden. Mit „Pseudo“ sind insbesondere Open Source Software Communities gemeint.

Außerdem sollten **Referenzarchitekturen, Sicherheit und Zertifizierung, Fahrzeugüberwachung und Auditing** (Beinahe-Unfälle und tatsächliche Unfälle) standardisiert werden.

Letztendlich gilt es aber festzuhalten, dass im Bereich des automatisierten Fahrens jedoch **bereits zahlreiche Standardisierungsaktivitäten abgeschlossen bzw. in Bearbeitung** sind und hier somit nur eingeschränkter Handlungsbedarf besteht.

Wie sollten Ihrer Meinung nach die Typgenehmigungsprozesse für automatisierte und vernetzte Fahrzeuge am besten ausgelegt sein? Welche Hindernisse, Nachteile oder ungeklärten Fragen gibt es derzeit im Typgenehmigungsprozess für automatisierte und vernetzte Fahrzeuge? Was können Regierung, Prüforganisationen, Industrie und Verbände tun, um die Hindernisse, Nachteile oder ungeklärten Fragen zu beseitigen?

Das Regelungsregime des Typgenehmigungsrechts verweist für die materiellrechtlichen Anforderungen an Fahrzeuge bzw. Fahrzeugtechnologie im Wesentlichen auf die UN/ECE-Regeln und die General Safety Regulation (VO (EU) 2019/2144 vom 27. November 2019).

In der Vergangenheit waren Regulierungsbemühungen sehr stark durch einen inkrementellen Entwicklungs-Ansatz (ADAS > AD, also L2, L2+ und dann langsam zu L3)

geprägt. Bestes Beispiel ist hier die ALKS-Regulierung, die L3 nur in engen Grenzen und bis 65km/h erlaubt.

Es sollte angestrebt werden, die **Regulierung möglichst innovationsfreundlich** zu gestalten, damit diese auf Höhe der technologischen Entwicklungen bleibt und ihnen Rechnung trägt. Daher wären entsprechende Verfahren zu beschleunigen und bessere Abstimmungsmechanismen zu implementieren. Beispielhaft: Die Industrie ist in den Arbeitsgruppen der UN/ECE nur über den Industriesprecher der OICA vertreten. Eine einheitliche „Denkplattform“ wie z.B. die UK Law Commission bestehen nicht auf UN/ECE und EU-Ebene und auch nicht in den meisten Mitgliedstaaten.

In Bezug auf den Typgenehmigungsprozess selbst sollte, wo immer möglich, eine klare, formal nachgewiesene **Trennung zwischen Software-Komponenten mit Relevanz für funktionale Sicherheit und solche ohne entsprechende Relevanz** getroffen werden. So wird es ermöglicht Dienste schnell weiterzuentwickeln, ohne immer gleich erneut zertifizieren zu müssen.

Beispielsweise könnte beim Automatisierten Valet Parking ein Überwachungsdienst („Watchdog“) als sicherheitskritisch eingestuft werden und jegliche Änderung eine Rezertifizierung fordern. So ein Dienst müsste sicherstellen, dass bei Abriss der Funkverbindung das Fahrzeug sofort stoppt, was im Umfeld von Parkplätzen als „Sicherer Zustand“ angesehen werden kann. Entsprechendes gilt auch für jegliche Sensorik und Maßnahmen zum Detektieren und Schützen von Fußgängern, Radfahrern etc. Andere Software-Teile dürften aber weiterentwickelt werden, zum Beispiel die Datenformate und Protokolle mit denen der Datenaustausch zwischen Fahrzeug und Infrastruktur geschieht.

Nicht zuletzt sollte, wie weiter oben bereits vermerkt, mit Nachdruck darauf hingewirkt werden, dass die **Zeitschiene für eine Großserienregelung bis Ende 2024** eingehalten wird.

Welche Bedeutung werden aus Ihrer Sicht Cloud- und Edge-Computing beim automatisierten und vernetzten Fahren einnehmen?

Primäre, sicherheitsrelevante Systeme sollten nicht aus dem Fahrzeug ausgelagert werden. Selbst wenn technisch möglich, so würde der Zertifizierungsaufwand und die Anforderungen an die verwendeten Kommunikationsnetze es aus wirtschaftlicher Sicht verhindern. Wo sicherheitsrelevante Systeme redundant vorliegen müssen, insbesondere bei Dreifachredundanz, kann eine Auslagerung einer Funktion in die Cloud erfolgen.

Edge-Computing ist leider ein weitverwendeter Begriff ohne allgemeingültige Definition. Es geht hier primär darum eine Ende-zu-Ende Verantwortlichkeit zu schaffen. Dies ist nicht möglich, wenn der Kommunikationsdienst von einem Anbieter, der Rechendienst (Cloud) aber von anderen übernommen wird. Hier muss es **zumindest einen gesamtverantwortlichen Dienstanbieter** geben. In seltenen Fällen

(siehe oben) kann das aufgrund sicherheitsrelevanter Systeme und ihrer Zertifizierung gefordert sein. In den meisten Fällen erfolgt es aus rein wirtschaftlichen Erwägungen.

Der Betreiber autonomer Level 4 oder 5 Fahrzeuge muss eine „Technische Aufsicht“ aus der Ferne sicherstellen. Fällt diese aus, so muss das Fahrzeug in einen sicheren Zustand (bedeutet in der Regel Stillstand nach kurzer Zeit) überführt werden. Sollte ein Ausfall der IKT die Ursache sein, so wird im Service Level Agreement mit dem IKT-Dienstleister eine entsprechende Kompensation für den Fall vereinbart sein. Nur Edge-Computing, also volle Verantwortung für das gesamte System Ende-zu-Ende, erlaubt es mit überschaubarem Risiko solche Service Level Agreements abzuschließen. Die „Edge“ muss dafür nicht zwingend „nah“ sein, sondern kann auch viele Kilometer entfernt sein, sofern die Dienstgüte auf den Datenleitungen gesichert ist.

Andersherum muss auch hervorgehoben werden, dass geographische Nähe nicht automatisch gesicherte Dienstgüte auf Datenleitungen bedeutet.

Welche Ausbildungsanpassungen bzw. neuen Berufszweige werden hinsichtlich des automatisierten und vernetzten Fahrens notwendig sein? Wie kann insbesondere mit Blick auf den Fachkräftemangel frühzeitig reagiert werden?

Grundsätzlich sollten Regulierungen hinsichtlich des Verhaltensrechts und der Fahrerlaubnisprüfungen auf spezifische Berufsbilder im Kontext der neuen Technologien erweitert werden. Bei der Definition rechtlicher Rollen sollten Qualifikation und Kompetenz außerdem immer der Aufgabe angepasst werden. Dies gilt bspw. **für Expert:innen für Embedded Hardware, Software oder KI sowie Simulationen oder Validierung, aber auch für die Ausbildung von Teleoperatoren oder Anforderungen an die Technische Aufsicht.**

Für die **Technische Aufsicht** wurden sehr gute Erfahrungen damit gemacht die Betreiber, welche die Fahrzeuge innerhalb der Technischen Aufsicht überwachen, spezifisch zu schulen. Hier wäre perspektivisch eine **staatlich anerkannte Zusatzqualifikation** denkbar. Grundsätzlich gilt hier aber, dass das Qualifikationsniveau eher auf der Grundlage von umzuschulenden Busfahrer:innen liegt und nicht auf Universitätsniveau. Auch arbeitsteiliges Handeln sollte der Technischen Aufsicht ermöglicht werden.

Bitkom vertritt mehr als 2.000 Mitgliedsunternehmen aus der digitalen Wirtschaft. Sie erzielen allein mit IT- und Telekommunikationsleistungen jährlich Umsätze von 190 Milliarden Euro, darunter Exporte in Höhe von 50 Milliarden Euro. Die Bitkom-Mitglieder beschäftigen in Deutschland mehr als 2 Millionen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Zu den Mitgliedern zählen mehr als 1.000 Mittelständler, über 500 Startups und nahezu alle Global Player. Sie bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Geräte und Bauteile her, sind im Bereich der digitalen Medien tätig oder in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. 80 Prozent der Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Deutschland, jeweils 8 Prozent kommen aus Europa und den USA, 4 Prozent aus anderen Regionen. Bitkom fördert und treibt die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft und setzt sich für eine breite gesellschaftliche Teilhabe an den digitalen Entwicklungen ein. Ziel ist es, Deutschland zu einem weltweit führenden Digitalstandort zu machen.