

## 1. Hintergrund

In seinem Positionspapier „Zukunft des Automobils in der nachhaltigen urbanen Mobilität“ zeigt der eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft die Potenziale des automatisierten und vernetzten Fahrens (AVF) auf und weist zugleich auf die erheblichen, damit verbundenen technischen Herausforderungen hin: Einerseits weckt AVF die Erwartung höchster Verkehrs- und Insassensicherheit, andererseits unterliegt das Sicherheitskonzept des Straßenverkehrs dabei einem Paradigmenwechsel, bei dem die Verantwortung vom menschlichen Fahrer an eine Maschine übergeht. Insbesondere im urbanen Verkehrsraum, der verkehrstechnisch die höchste Komplexität für AVF darstellt, lassen sich die Sicherheitsanforderungen nur durch erhebliche Fortschritte bei den Technologien für Umfelderkennung, Entscheidungsfindung und Steuerung sowie der Kommunikation mit anderen Fahrzeugen und der Infrastruktur realisieren. Die Forschungs- und Entwicklungsbedarfe in diesem Bereich hat eNOVA erst kürzlich umfassend aufgezeigt. Hinzu kommt, dass der Nachweis einer sicheren Funktionsweise ohne den Menschen in der Rückhand äußerst schwierig ist und das Maß der in der Realwelt möglichen Prüfung bei Weitem übertrifft. Um die Einführung von AVF nicht dadurch zu verzögern, dass aufgrund des fehlenden Nachweises der Verkehrssicherheit Zulassungen nicht erteilt oder Haftungsfragen nicht geregelt werden können, obwohl die Technik verfügbar wäre, regt der eNOVA Strategiekreis die öffentliche Förderung von komplett virtuellen Testfeldern für die Simulation von automatisierten und vernetzten Fahrfunktionen an. Dieser Vorschlag wird mit dem vorliegenden Positionspapier kurz begründet und mit konkreten Forschungs- und Entwicklungsbedarfen unterlegt.

## 2. Notwendigkeit des virtuellen Testens

Der Nachweis der sicheren Funktionsweise nach den Standards ISO 26262 und SOTIF (Safety of the intended function) stellt neben der Technologie eine der größten Herausforderung des hochautomatisierten Fahrens dar. Jede sicherheitskritische Fahrfunktion muss im Prinzip solange getestet werden, bis alle Risiken auf ein akzeptiertes Minimum reduziert werden können. Üblicherweise werden dazu Testfahrten mit realen Fahrern in realen Umgebungen wie einem Testgelände oder einem Prüfstand durchgeführt und alle erdenklichen Verkehrssituationen „durchgespielt“. Zwar kommen dabei schon heute ergänzend auch virtuelle Testverfahren zum Einsatz, die das Zusammenspiel von Fahrzeug, Fahrer und Umwelt in Ausschnitten simulieren. Diese allein werden jedoch für unzureichend gehalten, weil ihre Modelle die in der Realität vorkommenden Szenarien nur teilweise darstellen können. In der Konsequenz absolvieren neue Fahrzeuge heute bereits regelmäßig Teststrecken von mehreren hunderttausend Kilometern Länge. Für das hochautomatisierte Fahren der Stufe 3 und höher, bei dem der Fahrer zeitweise bzw. gänzlich die Verantwortung an das Steuerungssystem übergibt, muss aber die fehlerfreie Bewältigung jedes denkbaren Szenarios nachgewiesen werden. Das Fahrzeug muss die Fähigkeit des menschlichen Gehirns ersetzen, das die Bedeutung von Signalen in Verkehrssituationen interpretiert, mit den Verkehrsregeln abgleicht und situationsgerechte Handlungen ableitet. In der Konsequenz müssten hochautomatisierte Fahrzeuge nach der Einschätzung von Experten etwa 10 Milliarden Testkilometer absolvieren, wollte man den Nachweis der Sicherheit allein in der Realität führen. Die Kosten- und Zeitaufwände dafür wären sehr hoch. Eine Freigabe hochautomatisierter Fahrfunktionen ist ohne die Nutzung von Simulationen und virtuellem Testen also undenkbar. Ausweg könnte die Entwicklung einer virtuellen Methodik sein, die den Nachweis der Sicherheit au-

tomatisierter Fahrfunktionen auf der Ebene von Funktionalitäten separat und komplett maschinengestützt übernimmt und die soweit standardisiert ist, dass die dabei gewonnenen Erkenntnisse über die Unbedenklichkeit auf das Gesamtfahrzeug übertragen werden können – quasi ein vollständig virtuelles Testfeld für AVF. Dieses virtuelle Testfeld wäre eine notwendige Ergänzung zu Realversuchen, die die Validität der Ergebnisse in der Simulation nachweisen.

### **3. Forschungs- und Entwicklungsbedarfe**

Die Einrichtung virtueller Testfelder für AVF setzt die Entwicklung eines stimmigen Gesamtkonzepts voraus, das Methoden der Simulation von Komponenten, Fahrzeugen und Umgebungen mit Erprobungen in der Realwelt in einem Testlabor verbindet und mit einer herstelleroffenen Plattform für die Erhebung, Auswertung und Dokumentation von Daten hinterlegt. Dies erfordert aus Sicht des eNOVA Strategiekreises Automobile Zukunft noch einige entscheidende Fortschritte im Bereich von Forschung und Entwicklung, die insbesondere folgende Themen betreffen:

- Entwicklung und Aufbau geeigneter virtueller Prüfstände, die einen „digital twin“ des automatisierten Fahrzeugs und seiner Sensorik darstellen.
- Aufbau einer Repräsentanz von Szenarien und Umgebungen, Prüfgegenständen, Methoden, Werkzeugen, Randbedingungen und Auswertung von Ergebnissen im virtuellen Raum
- Entwicklung und Validierung einer Künstlichen Intelligenz zum Test von vertrauenswürdiger Elektronik und elektronischen Systemen
- Entwicklung von Entscheidungs- und Kontrollsystemen für AVF mit der Möglichkeit von Over-the-Air-Updates
- Digitalisierung und Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit (Traceability) von Prüfungsvorgängen durch eine vollständige Dokumentation der Prüfprozesse (z.B. im Rahmen der Homologation), Entwicklung einer Notariatsfunktion (z. B. Blockchain-Kennzeichnung)
- Abgleich innerhalb der Simulationen mit den Anforderungskatalogen der verschiedenen nationalen Regelungen, auf die automatisiert zugegriffen werden kann
- Vernetzung der virtuellen Prüfstände über Cloud-basierte Datenaustauschplattformen wie z.B. GAIA-X zum offenen, sicheren Austausch von Prüfergebnissen
- Gestaltung von geeigneten Rahmenbedingungen, vor allem durch die Erarbeitung von Standards für Prüfungsvorgänge, inkl. der Umgebungsszenarien, für Cross-Checks durch Gegenprüfverfahren (virtuell/real) und für widerrufbare Zertifikate
- Ausgestaltung des rechtlichen Rahmens sowie Aus- und Weiterbildung von Fachkräften für das virtuelle Testen

### **4. Empfehlungen**

Die aktuellen Förderlinien der Bundesministerien im Bereich AVF bilden zwar aufeinander aufbauende Innovationsschritte ab, die von der Entwicklung der Schlüsseltechnologien (BMBF) über deren Integration ins Gesamtfahrzeug (BMW i) und die physische Erprobung als Voraussetzung der Freigabe für den Verkehr (BMVI) reichen. Für eine Nachweiserbringung im Zuge der Validierung und Homologation für die Typprüfgenehmigung ist eine Gesamtbeurteilung der integrierten Fahrsysteme sowie eine Verfolgbarkeit der relevanten Daten auf allen Technologieebenen jedoch unerlässlich. Um proprietären Lösungen vorzugreifen und damit die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der Automobil- und Zulieferindustrie in Deutschland zu sichern, sind dazu an Wertschöpfungsstrukturen orientierte, offene und zugleich sichere Formen des Datenhandlings- und Austauschs zu etablieren.

Die Leitinitiative AVF des VDA greift die Thematik des virtuellen Testens zwar in einigen Vorhaben mit auf, stellt aber die grundlegende Problematik, dass der zur Freigabe des hochautomatisierten Gesamtfahrzeugs erforderliche Nachweis der Sicherheit ohne virtuelles Testen unmöglich erbracht werden kann, bisher nur ansatzweise heraus. So besteht die Gefahr, dass in Deutschland entwickelte Spitzentechnologie für AVF nur verzögert in den Markt gelangt und gegenüber Regionen mit anderen rechtlichen Rahmenbedingungen wichtige Wettbewerbspositionen eingebüßt werden. Erst kürzlich hat beispielweise Waymo aus den USA verlautbart, man habe in Simulationen 10 Milliarden Testmeilen automatisierten Fahrens absolviert. Für die Entwicklung des virtuellen Testens von AVF dürften Waymo nach Einschätzung von Experten Kosten von etwa einer Milliarde Euro entstanden sein. Auch Baidu hat angekündigt, hochautomatisierte Fahrfunktionen virtuell zu testen. Die Partner des eNOVA Strategiekreises Automobile Zukunft schlagen daher vor, die Erforschung, Entwicklung und Einrichtung virtueller Testfelder in die Förderprogramme des Bundes aufzunehmen, um Geschwindigkeit und Skalierbarkeit des Testens automatisierter Fahrfunktionen deutlich erhöhen zu können. Dabei handelt es sich um eine Aufgabe, die alle drei Ressorts gleichermaßen betrifft und ein koordiniertes Vorgehen verlangt, weil dazu aufeinander aufbauend Methoden entwickelt, gesamtheitliche Ökosysteme optimiert und Freigabekriterien überprüft werden müssen. In Abstimmung des nationalen Vorgehens mit der Partnership Clean, Connected and Automated Mobility (CCAM) des kommenden Forschungsrahmenprogramms Horizon Europe der Europäischen Union können dabei Synergieeffekte generiert werden.

## **5. Über eNOVA**

Der eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft ist eine Allianz relevanter Industrieunternehmen aus den Schlüsselbranchen Automobil, Batterien, Halbleiterkomponenten, Elektrotechnik, Vernetzung und digitale Karten. Er erarbeitet im vorwettbewerblichen Dialog Empfehlungen für Programme der Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation in den Bereichen Elektrifizierung, Automatisierung und Vernetzung und stimmt diese mit der Wissenschaft und einem erweiterten Kreis von Unternehmen ab. Er konzentriert sich dabei auf das Gesamtsystem Fahrzeug und seine Schnittstellen für Strom, Daten und Verkehr.

Folgende Unternehmen gehören dem eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft als Partner an: Audi, BMW, Bosch, Continental, Elmos, Hella, HERE, Infineon, NXP, Schaeffler und ZF sowie Heraeus und Leoni als assoziierte Partner. eNOVA wird durch einen Wissenschaftskreis unterstützt.

### **Kontakt:**

Bo Habermann, Sprecher von eNOVA, AUDI AG

Prof. Dr. Hans-Christian Reuss, stellv. Sprecher von eNOVA, FKFS, Universität Stuttgart

Dr. Gereon Meyer, Geschäftsstelle eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft bei der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

E-Mail [gereon.meyer@vdivde-it.de](mailto:gereon.meyer@vdivde-it.de)

[www.strategiekreis-automobile-zukunft.de](http://www.strategiekreis-automobile-zukunft.de)