

Whitepaper

## **Forschungs- und Entwicklungsbedarfe im Bereich der elektronischen Systeme und Komponenten zur Erfüllung der Sicherheitsanforderungen an das autonome Fahren**

Version 2.0, 15.7.2019

### **1. Einleitung**

Die Idee des autonomen Fahrens ist auf Autobahnen bereits greifbar geworden. Um diese Vision auch in Städten voranzutreiben, sind jedoch noch einige technologische Hürden zu meistern – sowohl bei den Fahrzeugen selbst als auch im Zusammenspiel zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur. Schließlich ist das fahrerlose Auto im komplexen urbanen Bereich die Königsdisziplin beim autonomen Fahren. Da dafür höchste Anforderungen an Systeme, Rechenleistungen und Künstliche Intelligenz (KI) gestellt werden, muss die Forschung und Entwicklung frühzeitig geeignete Meilensteine bearbeiten.

Der eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft denkt dafür das Auto in der Mobilität der Zukunft voraus, ermittelt agil, welche Technologien benötigt werden und zeigt begründet und wirksam Forschungs- und Entwicklungsbedarf auf. Dafür setzt er relevante Meilensteine, entwickelt kontinuierlich seine Roadmap weiter, leitet Themenfelder für die vorwettbewerbliche Forschung und Entwicklung ab, priorisiert diese und weist die Wirkung der empfohlenen und umgesetzten F&E-Aktivitäten später nach. So wird der Meilenstein 2020 der eNOVA Roadmap, „Konkurrenzfähige Elektrofahrzeuge und erste Anwendungen des automatisierten Fahrens“ laut einer Erhebung der Wirkung öffentlich geförderter Forschungsprojekte durch die eNOVA-Partner in Kürze erreicht.

Der Meilenstein der eNOVA-Roadmap für 2030 gibt unter der Überschrift „Überlegene Systemlösungen durch Elektrifizierung, Automatisierung und Vernetzung des Fahrzeugs“ ambitionierte Ziele für das automatisierte Fahren im urbanen Raum vor. Davon ausgehend hat eNOVA in dem Positionspapier „Zukunft des Automobils in der nachhaltigen (urbanen) Mobilität“ 2018 relevante Innovationsfelder aufgezeigt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Fahrzeuglösungen für den städtischen und suburbanen Personen- und Güterverkehr, die drastisch verringerte Schadstoffemissionen mit selbstfahrender Funktionalität verbinden und zu den Geschäfts- und Betreibermodellen der Sharing Economy passen. Um Mobilitätslösungen nach deutschen Qualitätsstandards anbieten und Akzeptanz bei Nutzern und Gesellschaft finden zu können, werden im nächsten Schritt Forschungs- und Entwicklungsbedarfe abgeleitet, die deren Sicherheit, Effizienz und Zuverlässigkeit sicherstellen sollen. Das vorliegende Papier fasst sechs Themenvorschläge von eNOVA zusammen, die F&E-Bedarfe zur Gewährleistung der Sicherheit der Fahrzeuge so adressieren, dass die Sicherheitsanforderungen des Meilensteins 2030 erfüllt werden können.

Die eNOVA-Partner sind gerne bereit, diesen Prozess mit ihren Kompetenzen in den jeweiligen Themenfeldern und mit strategischer F&E-Planung zu unterstützen. Eine Abstimmung über europäische Gremien und strategische Initiativen sollte überdies dazu beitragen, dass autonome Mobilität in Europa sicher implementiert werden kann.

### **2. Handlungsbedarf**

Um den Meilenstein 2030 „Überlegene Systemlösungen durch Elektrifizierung, Automatisierung und Vernetzung des Fahrzeugs“ realisieren zu können, sieht der eNOVA Strategiekreis in den Themenfeldern der Roadmap (vgl. Abb. 1) E/E-Architektur, Sicherheit und Zuverlässigkeit, Infrastrukturanbindung, Automatisierung und Vernetzung dringend

Handlungsbedarf für Forschung und Entwicklung. Diese Anforderungen liegen bzgl. der Sicherheitsanforderungen an das automatisierte und vernetzte Fahren in urbanen Umgebungen vor allem in der manipulationsfreien und zuverlässigen Umfelderkennung, bei der Erkennung der Intention anderer Teilnehmer, der Abstimmung von aktiven und passiven Sicherheitsmaßnahmen sowie in der Kommunikation mit anderen, nicht vernetzten Verkehrsteilnehmern. Hierzu sind grundlegende Fortschritte in der Leistungsfähigkeit elektronischer Komponenten und Systeme der Sensorik sowie in der Entscheidungsfindung und Steuerung erforderlich, die durch neue Bordnetzarchitekturen, Vernetzung mit der Infrastruktur und das Zusammenspiel der steuernden Systeme mit künstlicher Intelligenz ermöglicht werden können. Die Vision eines vollständig autonomen Verkehrs wird sich nach Ansicht der Partner des eNOVA Strategiekreises Automobile Zukunft erst langfristig realisieren lassen. Daher gilt es in einer Übergangszeit, Technologien zur Lösung der Herausforderungen des Mischverkehrs durch Forschungs- und Entwicklung zu entwickeln.

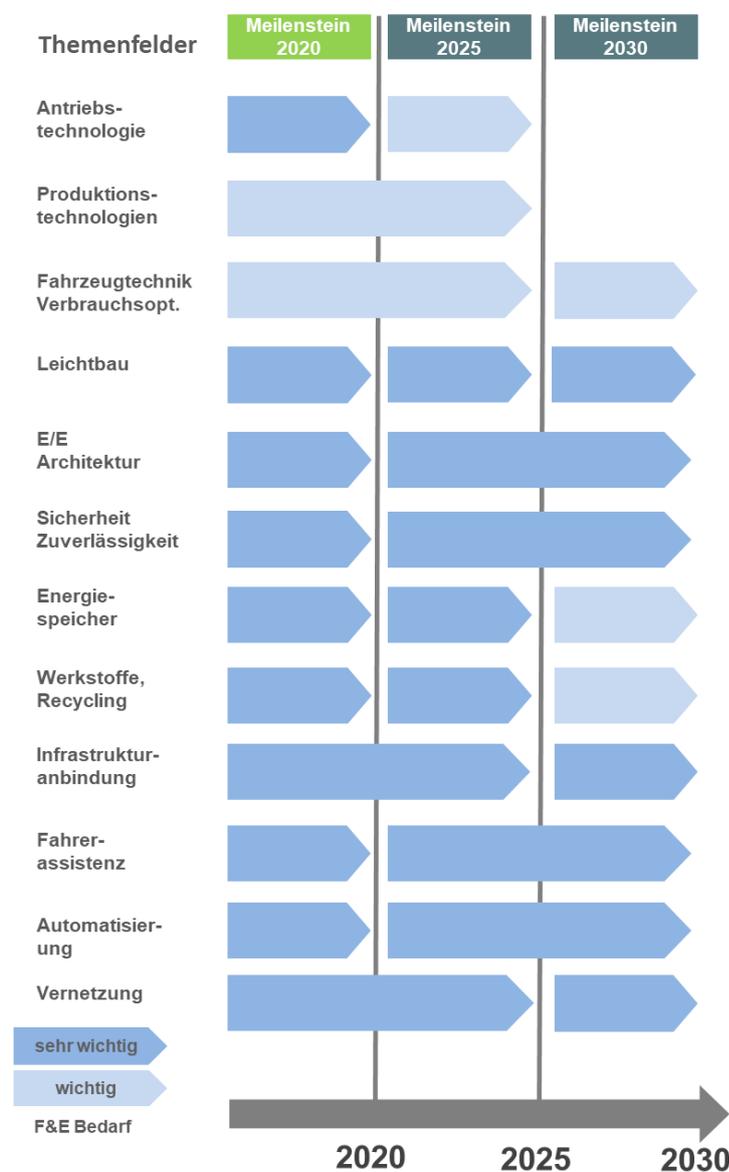


Abbildung 1: Ausschnitt aus der aktuellen F&E&I Roadmap des eNOVA Strategiekreises Automobile Zukunft (siehe eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft (2016), Whitepaper: Forschung, Entwicklung und Innovation für die Automobile Zukunft – Empfehlungen des eNOVA Strategiekreises).

In der eNOVA-Roadmap werden über die Benennung und Priorisierung von Themenfeldern hinaus zudem Querschnittsthemen identifiziert, die Synergien zwischen den Themenfeldern herstellen. Um die Sicherheit in Fahrzeugen bei zunehmender Vernetzung, Automatisierung und Datenverarbeitung zu garantieren, werden mit dem vorliegenden Papier „Fail-Operational Funktionalität“, „Künstliche Intelligenz“ und „Cloud-Anbindung“ als Querschnittsthemen ergänzt (vgl. Abb. 2).

Leichtbau/ Testing/Modelling	●	●	●	●		●						
EMV / Funktionale Sicherheit	●		●	●	●	●	●		●			
Modularisierung	●	●	●	●	●		●					●
Energieeffizienz/Wirkungsgrad	●	●	●	●	●							
Systemintegration (int./ext.)	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
Elektronische Komponenten und Systeme			●			●	●	●	1	●		
Datensicherheit	●		●			●	●	●	2	●		
Fail-Operational Funktionalität	●		●	●		●		●	3	●		
Künstliche Intelligenz		●	●	●		●		●	4	●		
Cloud-Anbindung		●				●	●		5	●		
<b>eNOVA Roadmap Themen</b>	Antriebs- technologie	Fahrzeugtechnik Verbrauchsoptim.	E/E Architektur	Energie- speicher	Werkstoffe und Recycling	Sicherheit, Betriebs- festigkeit, Zuverl.	Anbindung an Infrastruktur	Fahrerassistenz	Automatisierung	Vernetzung	Produktions- technologie	

Abbildung 2: Zusammenhang der Querschnittsthemen mit der Roadmap mit den wichtigsten Verlinkungen (nummeriert) der Querschnittsthemen und Themenfelder im Hinblick auf die Gewährleistung der Sicherheit des autonomen Fahrens

### 3. Themenvorschläge

Ausgehend von der F&E-Roadmap des eNOVA Strategiekreises ergeben sich entlang des Schwerpunktthemas „Automatisierung“ insgesamt sechs wesentliche Aufgabenstellungen bzw. technologische Herausforderungen auf dem Weg zum automatisierten und vernetzten Fahren in der Stadt, die in den kommenden zehn Jahren durch zielgerichtete Forschung und Entwicklung in Bezug auf die Erreichung des Meilensteins 2030 von den Partnern in der Automobilindustrie in Angriff genommen werden müssen. Die Aufgabenstellungen lassen sich aus den Querschnittsthemen (vgl. Abb. 2) „Elektronische Komponenten und Systeme“ (1), „Datensicherheit“ (2), „Fail-Operational Funktionalität“ (3), „Künstliche Intelligenz“ (4) und „Cloud-Anbindung“ (5) wie folgt ableiten:

#### a) Manipulationsfreie Systeme für ein intelligentes Zusammenspiel von fahrzeug- und infrastrukturseitiger Sensorik zur sicheren Umfelderkennung autonomer Fahrzeuge

(Verbindung von (1) Elektronische Komponenten und Systeme und Automatisierung,

(4) Künstliche Intelligenz und Automatisierung)

- Integration infrastruktur- und fahrzeugseitiger Sensorik sowie Datenfusion über elektronische Schnittstellen zur Gewinnung von Synergien für die zuverlässige Umfelderkennung
- Konzepte zur sicheren Bewertung der Eingangsdaten von Fusionsalgorithmen und Implementierung von Qualitätsmodellen für eine abgesicherte Entscheidungsfindung

**b) Elektronische Architektur der Sensorik- und Steuerungsfunktionen des automatisierten Fahrens unter Einbindung cloudbasierter und künstlicher Intelligenz**

(Verbindung von (1) Elektronische Komponenten und Systeme und Automatisierung, (4) Künstliche Intelligenz und Automatisierung sowie (5) Cloud-Anbindung und Automatisierung)

- Entwicklung von effizienten Hardware-Architekturen innerhalb des Fahrzeugs zur besseren Umsetzung der Anforderungen aus KI-Systemen
- Architektur der KI-Steuerung autonomer Fahrzeuge im zeitnahen Zusammenspiel fahrzeug- wie infrastrukturseitiger Rechenkapazitäten und Datenbestände z.B. durch Verlegung von Lernaufgaben in sog. Mini-Clouds

**c) Elektronische Komponenten und Systeme zur Erlangung passiver und aktiver Sicherheit für Insassen und Umfeld vollautomatisierter Fahrzeuge**

(Verbindung von (1) Elektronische Komponenten und Systeme und Automatisierung, (4) Künstliche Intelligenz und Automatisierung)

- Crashesicherheit für Insassen automatisierter Fahrzeuge in variabler Sitzposition durch synergetisches Zusammenspiel von aktiven und passiven Sicherheitssystemen im gemischten und autonomen Verkehr in Kombination mit KI-basierter Situationsinterpretation
- Komponenten und Systeme zur bidirektionalen Kommunikation und Interaktion mit der Umwelt – insbesondere zwischen Fahrzeugen und Fußgängern oder Radfahrern

**d) Elektronische Komponenten zur Sicherstellung der Cyber-Security automatisierter Fahrzeuge**

(Verbindung von (1) Elektronische Komponenten und Systeme und Automatisierung, (2) Datensicherheit und Automatisierung)

- Datensicherungsarchitektur als Teil der Maßnahmen zur funktionalen Sicherheit automatisierter Fahrzeuge für den durchgängigen Schutz der Kommunikation vor Manipulationen
- Integration zusätzlicher Intelligenz in bestehende Bausteine zur Abbildung von kryptographischen Mechanismen zur Sicherstellung der Konfiguration des Automobils
- Implementierung von Security-Komponenten innerhalb des Fahrzeug-Bussystems mittels Schlüsselmanagement und Aktualisierungen

**e) Resiliente, (teil-)redundante und selbstheilende elektronische Architekturen und Komponenten für die fail-safe und -operational Steuerung autonomer Fahrzeuge**

(Verbindung von (1) Elektronische Komponenten und Systeme und Automatisierung, (3) Fail-Operational Funktionalität und Automatisierung)

- Intelligente Redundanzkonzepte unter Einbindung von Methoden der KI
- KI-basierte, korrigierende und selbstheilende Funktionalität elektronischer Systeme zur Steigerung der Verfügbarkeit der Bordnetze für die intelligente Verteilung von Energie und Steuer- und Regelinformationen an Wandlern, Steuergeräten und Aktuatoren

f) **Effiziente und ausfallsichere Bordnetzarchitekturen für das automatisierte Fahren**  
(Verbindung von (1) Elektronische Komponenten und Systeme und Automatisierung, (3) Fail-Operational Funktionalität und Automatisierung)

- Neue Bordnetzarchitekturen und Technologien zur Übertragung von für das autonome Fahren benötigten Daten mit hoher Bandbreite und Ausfallsicherheit (z.B. dielectrical Waveguide)
- Sicherung und Steigerung der Fehlertoleranz des Bordnetzes durch Nutzung virtueller Klone
- Standardisierung der Leistungsparameter

#### **4. Handlungsempfehlungen**

Um eine hohe Akzeptanz des autonomen Fahrens in der Gesellschaft über die Erlangung von Sicherheit aller Komponenten und Systeme zu erreichen, empfehlen die Partner des eNOVA Strategiekreises, Forschung und Entwicklung zu den oben genannten Themen zum Gegenstand von Fördermittelausschreibungen zu machen. Die Partner erklären sich gerne bereit, bei einer weiteren Konkretisierung entsprechender Themen und deren zeitlicher Verortung auch im Detail behilflich zu sein.

#### **5. eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft**

Der eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft ist eine Allianz relevanter Industrieunternehmen aus den Schlüsselbranchen Automobil, Batterien, Halbleiterkomponenten, Vernetzung, Elektrotechnik und Lösungen für den Leichtbau. 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, Infineon, NXP, Rehau, Schaeffler und ZF sowie Heraeus und Leoni als assoziierte Partner. eNOVA wird durch einen Wissenschaftskreis unterstützt.

#### **Kontakt:**

Bo Habermann, Sprecher von eNOVA, AUDI AG

Kerstin Mayr, Stellvertretende Sprecherin von eNOVA, Robert Bosch GmbH

Dr. Gereon Meyer, Geschäftsstelle eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft bei derVDI/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)