


Ergebnispapier der Mission „Software im Fahrzeug“

 Im Rahmen des Schwerpunktfeldes „Fahrzeug“
im Strategiedialog Automobilwirtschaft BW

Ergebnispapier der Mission „Software im Fahrzeug“

im Rahmen des Schwerpunktfeldes „Fahrzeug“ im
Strategiedialog Automobilwirtschaft BW

Stuttgart, den 11.11.2022

Autoren:

Audi AG: Antonio Melfi

e-mobil BW GmbH: Katja Gicklhorn

DAT Deutsche Automobil Treuhand GmbH: Tim Lattacher

Forschungszentrum Informatik FZI: Jacqueline Henle, Stefan Schwab

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus BW: Dr. Markus Decker

Universität Ulm: Dr. Michael Buchholz

RA Consulting GmbH und ASAM e.V.: Armin Rupalla

Robert Bosch GmbH: Dr. Andreas Westendorf

ZF Friedrichshafen AG: Gunther Bauer, Marcel Proff

1. Einleitung

Die Digitalisierung hat auf die Automobilwirtschaft, wie auf viele weitere Wirtschaftszweige und Lebensbereiche, einen großen Einfluss. Mit Beginn des neuen Jahrtausends beschleunigte sich diese Entwicklung und eine langfristige Fortsetzung dieser Beschleunigung ist absehbar. Neben der Automatisierung und der Elektrifizierung hat dies gravierende Auswirkungen auf die Tätigkeiten von Automobilherstellern, Zulieferern und das Kraftfahrzeuggewerbe. Einerseits ändern sich die Anforderungen an die Strukturen und das Personal im Entwicklungsprozess, dem Vertrieb und im Aftersales, andererseits dringen kontinuierlich neue Unternehmen aus der Digitalwirtschaft in den Kernbereich der Branche vor. Darüber hinaus verändern sich auch die Geschäftsmodelle von Fahrzeuganbietern in Richtung Mobilitätsanbietern. Insbesondere für Mobilitätsdienste ist eine Standardisierung der Fahrzeugdatenschnittstelle unerlässlich.

Gleichzeitig mit den veränderten technischen Randbedingungen kommen neue gesellschaftliche Entwicklungen hinzu. Es entstehen wachsende Anforderungen an Konnektivität und Automatisierung von Fahrzeugen, womit veränderte Kundenerwartungen einhergehen. Diese Veränderungen üben einen starken Einfluss auf die technische Architektur von Fahrzeugen aus. Software (SW) im Fahrzeug kommt hierbei bereits heute und noch stärker in der Zukunft eine große Bedeutung zu. Darüber hinaus wird durch den Einsatz von neuen Fahrassistenzsystemen bis hin zum autonomen Fahren die Verkehrssicherheit erhöht und dem Ziel der Vision Zero damit ein Stück nähergekommen.

Die wachsenden Anforderungen durch Vernetzung und Automatisierung von Fahrzeugen erfordern neue Software-Konzepte und IT-Sicherheitskompetenz. Im Rahmen verschiedener Vorhaben wie beispielsweise dem bundesgeförderten Projekt Software Defined Car (SofDCar)¹ haben sich bereits zahlreiche Unternehmen und die führenden Forschungseinrichtungen im Land Baden-Württemberg zusammengetan, um gemeinsam an den Zukunftsthemen im Bereich Software im Fahrzeug zu arbeiten. Für den Automobilstandort Baden-Württemberg ist es hierbei elementar, dass weitere Kompetenzen auf den betroffenen Themenfeldern aufgebaut werden und auch die mittelständischen Zulieferer an den zukünftigen Wertschöpfungspotenzialen partizipieren können.

Im Rahmen des Strategiedialogs Automobilwirtschaft BW (SDA) wurde daher im Schwerpunktfeld Fahrzeug die Mission „Software im Fahrzeug“ gestartet. In Workshops mit Akteuren aus Wirtschaft und Wissenschaft aus Baden-Württemberg wurden kommende Herausforderungen, Zukunftsthemen, Handlungsempfehlungen und Möglichkeiten der Teilhabe von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) an der Wertschöpfungskette erarbeitet und in diesem Ergebnispapier zusammengefasst.

2. Trends und Handlungsbedarfe

Der Anteil der Software an der Umsetzung von Fahr- und Komfortfunktionen im Fahrzeug gewinnt stetig an Bedeutung. Darüber hinaus nimmt Software auch in der datengetriebenen Entwicklung von Fahrzeugen einen immer wichtigeren Stellenwert ein und führt durch den damit vermehrten Einsatz von Simulation zur Reduzierung der Entwicklungskosten. Dies lässt sich sowohl mit der kostengünstigeren Umsetzung von Funktionen in Software als auch mit den erweiterten Möglichkeiten, die sich aus dem Einsatz von Software ergeben, begründen.

¹ Weitere Informationen zum Projekt SofDCar auf der Projektwebseite: <https://sofdcar.de/language/de/>

Darüber hinaus erwarten Nutzer für Kundenfunktionen eine Update-Möglichkeit, die mit der von Smartphones vergleichbar ist. Dies ermöglichen Over-The-Air (OTA)-Updates, die die kontinuierliche Entwicklung von Funktionen im Feld und deren Integration ins Fahrzeug ermöglichen und für die Sicherheit über den Produktlebenszyklus von hoher Bedeutung sind. Für Hersteller und weitere Unternehmen der Branche bieten sich damit über den Fahrzeugverkauf hinausgehende Geschäftsmodelle.

So entsteht ein starker Treiber für die steigende Abhängigkeit von Software. Durch die Digitalisierung bieten Fahrzeuge immer mehr Lösungen für Konnektivität und Kommunikation. Die Automatisierung führt zu einer steigenden Anzahl an Sensoren in Fahrzeugen, wobei auch bestehende Sensorik immer komplexer wird. Durch die steigende Anzahl an Sensorik im Fahrzeug erhöht sich auch die Menge an Software, um die Sensordaten weiterzuleiten, zu fusionieren und auszuwerten. Darüber kommt der IT-Sicherheit immer mehr Bedeutung für die Fahrzeugentwicklung zu.²

Aus diesen aufgezeigten Trends lassen sich im Kern die nachfolgenden Handlungsfelder und Handlungsbedarfe ableiten:

2.1 Standardisierung, Normung, Zulassung und Zertifizierung der Funktionen und Systeme als Innovations-Enabler

Mit der Definition einheitlicher Standards und rechtlicher Vorgaben wird das Ziel verfolgt, langfristige Planungssicherheit und strategische Innovation zu fördern. Dazu existieren mehrere **Initiativen**, die im Folgenden genauer dargestellt werden.

Die Standardisierung von Software bzw. Software-Ausführungsumgebungen im Fahrzeug ist Kern der Spezifikationen, die von der **Automotive Open System Architecture (AUTOSAR) Partnerschaft** veröffentlicht werden. Das Konsortium aus internationalen Fahrzeugherstellern, Zulieferern und weiteren Industriepartnern definiert in den AUTOSAR-Plattformen sowohl eine Entwicklungsmethodik als auch eine Software-Architektur für Electronic Control Units (ECUs). Während die AUTOSAR-Spezifikationen allgemein zugänglich sind, ist deren Einsatz bzw. der Zugriff auf Implementierungen den AUTOSAR Mitgliedern vorbehalten. Neben der relativ konstanten Anzahl von Kern- und Premium-Partnern ist die kontinuierliche Zunahme von Development-Partnern erkennbar.

Der durch Bosch initiierte **COMASSO e.V.** hat das Ziel eine für alle AUTOSAR-Mitglieder freie Basissoftware (BSW) zur Verfügung zu stellen. COMASSO möchte damit dem hohen Integrations-, Konfigurations- und Testaufwand begegnen, der sich beim Austausch verschiedener BSW-Implementierungen ergibt. Kritisiert wird die fehlende Differenzierung der einzelnen BSW-Implementierungen. Durch gemeinschaftliche Entwicklung einer BSW soll den einzelnen Mitgliedsfirmen mehr Entwicklungskapazität für eigentliche Innovationen übrigbleiben. Darüber hinaus regelt der Verein die freie interne Nutzung der entwickelten Komponenten für weitere externe kommerzielle Nutzung.

Die **GENIVI Alliance** ist ein Zusammenschluss verschiedener OEMs, Zulieferer sowie Technologieunternehmen mit dem Ziel, eine standardisierte Linux-basierte Middleware für In-Vehicle Infotainment (IVI) zu definieren. Zu diesem Zweck definiert GENIVI eine Referenzarchitektur sowie eine Reihe von Werkzeugen, um die Entwicklung von Anwendungen für IVI-Systeme zu vereinfachen

² Dazu z.B. auch das Themenpapier Automotive Cybersecurity des Clusters Elektromobilität Süd-West: [Themenpapier Cluster Elektromobilität Süd-West: Automotive Cybersecurity \(e-mobilbw.de\)](https://www.e-mobilbw.de) (Zugriff am 09.09.2022)

(GENIVI Development Platform). Als Teil der Referenzarchitektur standardisiert GENIVI Software-Komponenten anhand von Anforderungen bzw. ihrer Schnittstellen. Mitgliedsfirmen können ihre Software-Komponenten nach der GENIVI Compliance Specification zertifizieren lassen und im Anschluss als GENIVI Compliant vermarkten. Diese Trademark der GENIVI Alliance soll die Integration von Software-Komponenten unterschiedlicher Hersteller vereinfachen. Im Gegensatz zu implementierten Artefakten bei AUTOSAR bzw. COMASSO geschieht die Entwicklung bei GENIVI öffentlich.

Open-Source-Projekte wie Automotive Grade Linux (AGL) oder GENIVI werden bereits heute von verschiedenen OEMs in Serienprodukten eingesetzt und weiterentwickelt. Dedizierte Organisationen wie die **Autoware Foundation** versuchen den Trend voranzutreiben.

Darüber hinaus leistet auch der **ASAM (Association for Standardization of Automation and Measuring Systems)** als NGO für die Erarbeitung spezieller Standards für die Elektronikentwicklung, die weltweit eingeführte Industriestandards darstellen, einen wichtigen Beitrag. Die Standardisierung von Software-Komponenten, wie durch AUTOSAR, COMASSO oder GENIVI erzielt, fördert auf Seiten der Industrie die Wiederverwendbarkeit von Komponenten und deren unaufwändige Reproduzierbarkeit. Eine Vielzahl an Varianten, die im Automobilumfeld herausfordernd sind, können effizienter realisiert werden. Indem herstellerspezifische Anwendungssoftware individuell entwickelt und lediglich über einheitliche Schnittstellenstandards spezifiziert wird, bleibt der Wettbewerb auf dem Markt erhalten. Im Gegensatz dazu wird Basissoftware einheitlich umgesetzt. Die separierte Entwicklung und Aufteilung der Software-Architektur in mehrere Abstraktionsebenen ermöglicht industrieübergreifend Funktionsintegrität, -weiterentwicklung und -übertragbarkeit.

Unter dem Dach der gemeinnützigen **Eclipse Foundation** treiben in der Arbeitsgruppe „Software Defined Vehicle“ seit Beginn dieses Jahres Unternehmen der Automobilindustrie die Entwicklung von nichtdifferenzierenden Software-Stacks in Open Source voran. Startpunkt der Zusammenarbeit ist hierbei nicht die Abstimmung von Spezifikationen, sondern nach den Grundsätzen der agilen Entwicklung, eine lauffähige Codebase. Durch diese lässt sich die Komplexität in den Softwaresystemen verglichen mit der bisherigen Entwicklung nach dem V-Modell effizienter und mit ggf. geringerem Aufwand beherrschen.

Die Industrieunternehmen schließen sich in den genannten Initiativen zusammen, um Standards zur Harmonisierung der Elektrik/Elektronik-Architekturen (E/E-Architekturen) zu entwickeln. Die realisierbaren Funktionen und die Zulassung der hochvernetzten, softwareintensiven Systeme sind darüber hinaus Anlass für umfangreiche Normen und Regularien.

Die Genehmigung von Funktionen, die externe Daten nutzen und/oder kontinuierlich updatebar sind und somit in beiden Fällen zum Zeitpunkt des Produktverkaufs nicht notwendigerweise bekannt sind, wirkt sich auch auf Zertifizierungsprozesse aus. Fahrzeuge, die drahtlos mit Backend Servern oder Cloud-Speichern kommunizieren, sind mit hohen Sicherheitsanforderungen verbunden. Diese in agilen und zeitlich kurzen Zyklen zu prüfen und zu genehmigen, stellt sowohl Behörden als auch die Firmen z.B. in Haftungsfragen vor Veränderungsdruck.

Die Branche ist bereits heute von einer Vielzahl an **Standards und Normen** geprägt, deren Einhaltung in Typgenehmigungs- und Zulassungsprozessen geprüft werden. Neben der Standardisierung physischer Komponenten, um Kooperation zu ermöglichen, sind über **Normen für Entwicklungsprozesse (bspw. ASPICE)** bis zu Standards zur **Garantie von Cybersecurity (ISO 21434)** und **Functional Safety (ISO 26262)** Voraussetzungen reguliert, die von den Herstellern eingehalten werden müssen. Die zum Schutz von Herstellern, Nutzern und weiteren Stakeholdern definierten Regularien machen es für die Produzenten allerdings auch schwieriger, diese unter beherrschbarem

Aufwand und Kosten zu erfüllen. Standards, Normen und Gesetzgebung müssen daher idealerweise das Fahrzeug als Kooperationsprodukt anerkennen, um die individuellen Vorgaben an einzelne Beteiligte effizient zusammenzuführen. Das Ziel, die Systeme zu normieren, um Kooperationsinitiativen zu fördern und gesellschaftliche Ziele wie Daten- und Umweltschutz zu motivieren, erfordert die Wahrnehmung dieser Vorschriften als Steuerungsinstrument.

Im Rahmen der **UN Regulierungen Nr. 156 der WP29** wurde im Bereich von drahtlosen OTA-Updates das Ziel formuliert, Software Update Management Systeme (SUMS) zu zertifizieren. Dabei sollen neben den Updateinhalten auch die Updateprozesse und die Entwicklungsvorgänge geprüft und von Zulassungsbehörden genehmigt werden. Das Vorhaben zeigt, dass Zertifizierung in Zukunft nicht bei Produkten und Komponenten endet, sondern übergeordnet stattfinden muss. Um Automobilhersteller zukunftsfähig aufzustellen, müssen dem technologischen Wandel, schlanke Prozesse und Managementmethoden unterliegen. Diese zur Voraussetzung zu machen, hat eine entsprechende Lenkungswirkung. Die Zulassung eines Updates, die heute mehrere Wochen dauert, kann durch die Standardisierung von Schnittstellen, zertifizierten Übertragungsnetzen und Testprozessnormen eine kurzzyklische Anpassung von Funktionalitäten erleichtern. Dies fördert zwar einerseits die Bereitstellung von Zusatzfunktionalität auf Kundenwunsch, auf der anderen Seite können aber sicherheitsrelevante Software-Komponenten umgehend aktualisiert und verbessert und so Risiken für Fahrzeugnutzer deutlich verringert werden.

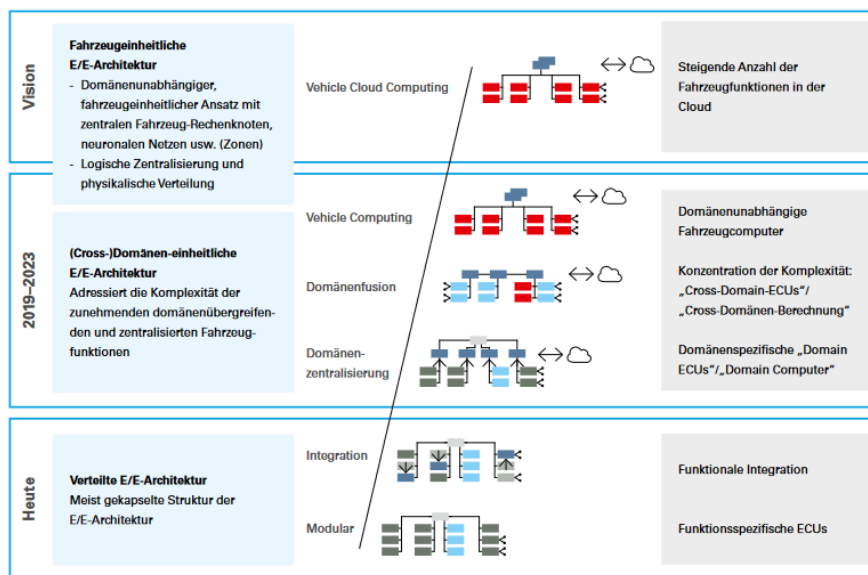
Die Geschwindigkeit ist für die Standardisierung ausschlaggebend. Die IT-Branche hat gezeigt, dass eine Standardisierung in vielen Domänen nur über Open Source und z.B. nach dem „Code first“ Ansatz die notwendige Geschwindigkeit erreichen kann, während herkömmliche Spezifikationsansätze dies nicht immer zu leisten im Stande sind.

2.2 Fahrzeugarchitekturen

Die Digitalisierung prägt das Fahrzeug als vernetztes cyberphysisches System. Themen wie Vehicle to X (V2X), also die Kommunikation zwischen Fahrzeugen untereinander und/oder mit der Infrastruktur, verändern die Anforderungen an fahrzeugeigene Software. Zum einen gewinnen Sicherheitseigenschaften stark an Bedeutung. Zum anderen müssen auch zukünftige Mobilfunkstandards sowie weitere Kommunikationsstandards unterstützt werden. Drittanbietersoftware hält weiterhin Einzug in das Fahrzeug. Hier ist gerade die Kompatibilität verschiedener Software-Komponenten für die funktionale Sicherheit von großer Bedeutung. Um Austauschbarkeit und Anbindung von internen und externen Diensten zu ermöglichen, werden geeignete Software-Architekturen erforderlich. Hierbei können erhältliche Dienste zur Laufzeit abgefragt, aktualisiert und intern oder extern eingebunden werden. Diese können Dienste von Drittanbietern oder aus den Cloudservern der OEMs sein. Damit einhergehend müssen offene Schnittstellen definiert und implementiert werden, da nun die fahrzeugeigene Software nicht mehr als geschlossenes System agieren kann. Als Folge der Dienstorientierung und der Öffnung fahrzeugeigener Software bietet sich die Möglichkeit, Systeme organisationsübergreifend zu entwickeln. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit zur quelloffenen Entwicklung softwareintensiver Systeme. Kollaboration bezüglich offener Software kann potenziell als Katalysator für die Entwicklung fahrzeugeigener Software dienen. Open-Source-Projekte wie AGL oder GENIVI werden bereits heute von verschiedenen OEMs in Serienprodukten eingesetzt und weiterentwickelt. Dedizierte Organisationen wie die **Autoware Foundation** versuchen den Trend voranzutreiben. Speziell im Rahmen der Automatisierung bietet die Autoware Foundation Open-Source-Tools basierend auf Robot Operating System (ROS) für die Entwicklung selbstfahrender Fahrzeuge an. Während sich der Software-Fokus als bedeutender Trend abzeichnet, werden in der Entwicklung noch immer zahlreiche

Potenziale nicht voll ausgeschöpft. Die primäre Herausforderung der kommenden Jahre wird das Beherrschen der steigenden Komplexität fahrzeugeigener Software.

Fahrzeugarchitekturen verändern sich in verschiedenen Ebenen. Auf der funktionalen Ebene nehmen die durch das Automobil zur Verfügung gestellten Fähigkeiten zu. Dies wird durch die vorherrschenden Trends ermöglicht und von Fahrzeugnutzern nachgefragt. Heute sind diese Funktionen auf logischer Ebene in einzelnen Domänen realisiert und in der physischen Architektur einem spezifischen Steuergerät zugeordnet. Die hohe und stetig wachsende Anzahl realisierter Funktionalitäten resultiert dementsprechend in E/E-Architekturen, die über 100 Steuergeräte und zahlreiche Bussysteme umfassen. Die Kommunikation der Systeme folgt einer zur Entwicklungszeit festgelegten Kommunikationsmatrix (C-Matrix). Fahrerassistenzsysteme erfordern die Vernetzung unterschiedlicher Fahrzeugdomänen, um die Duplizität der Funktionen zu verringern und Synergiepotenziale in der Architektur zu heben.



Steigender Software-Umfang

- Domänenspezifische Zone (ECU)
- Domänenunabhängige Zonen-ECUs, z. B. Türsteuergerät
- Performance-ECUs, z. B. Domäne/zentral/Fahrzeug
- State of the Art automotive ECUs (funktionsspezifisch)
- Optionale ECUs, z. B. Central Gateway
- ◀ Sensoren/Aktoren

Quelle: Zerfowski, Buttle (2019)

Abbildung 1: Entwicklung der E/E-Architektur von Funktionsorientierung zu fahrzeugeinheitlichen Zonenarchitekturen (Quelle: Zerfowski, Buttle (2019))

Die bestehende verteilte E/E-Architektur (siehe Abbildung 1) wird im Zuge der funktionalen Integration durch leistungsfähigere Steuergeräte erweitert, um die **Domänen-übergreifende Kommunikation** umzusetzen.

Dem Wachstum solcher und weiterer domänenübergreifender Datenströme folgend, werden heute über 150 Millionen Zeilen Code notwendig, um die Funktionen zu implementieren. Während die Steuergeräte und Bussysteme Hardware-seitig, auf physikalischer Ebene an Bauraumgrenzen gelangen, erfährt die variantenreiche Software-Domäne einen Bedeutungs- und Dimensionszuwachs, den es zu beherrschen gilt. Die E/E-Architekturen sind auf logischer Ebene stärker zu zentralisieren. Domänenspezifische Subsysteme werden durch übergreifende Recheneinheiten dem gesamten Fahrzeug zur Verfügung gestellt, auf physikalischer Ebene kann diese Domänenfusion durch den Einsatz hochleistungsfähiger Fahrzeugcomputer gelöst werden. In Zukunft ist ein fahrzeugeinheitlicher Ansatz erfolgsversprechend. Rechenleistung und Speicher werden mehreren Domänen und Funktionen zentral zur Verfügung gestellt, indem diese logisch zu Systemen zusammengefasst werden. Darüber hinaus sind für die einzelnen Domänen weiterhin spezifische Steuergeräte notwendig, die die physikalische Realisierung sicherheitskritischer Komponenten gewährleisten.

Die **zentralisierte Architektur**, die fahrzeugübergreifend oder in Zonen gestaltet ist, erfordert eine ebenso zentralisierte Kommunikation. So gelangen Kommunikationsparadigmen aus anderen Einsatzgebieten in den Fokus der Fahrzeugentwicklung. Das Umfeld und Einsatzgebiet von Fahrzeugen macht die vollständige Adaption der Architekturkonzepte aus verwandten Bereichen der Cyber-Physischen Systeme oder der Robotik nicht umsetzbar. Diese können jedoch als Basis dienen und an die Automobilanforderungen angepasst werden.

Service-orientierten Architekturen (SOA) liegt im Unterschied zu signal-basierten Architekturen die Definition von Diensten zugrunde. In der SOA werden Funktionalitäten über die flexible Bereitstellung von Services realisiert. Ein solcher Service wird für eine bestimmte Aufgabe definiert, die Kommunikation folgt einem Publish-Subscribe-Prinzip. Dabei werden die Services von Recheneinheiten angeboten und können von anderen abonniert werden. Software-Komponenten können in dieser Form zur Laufzeit fahrzeugübergreifend kombiniert werden, um eine Funktion zur Verfügung zu stellen. Die Umsetzung dieses Kommunikationskonzepts zeigt einen weiteren Bedarf auf, Schnittstellen in der Architektur einheitlich zu definieren und zu standardisieren, damit die Services entdeckt und veröffentlicht werden können.

Einhergehend mit der Flexibilität und der Vernetzung, die durch die SOA realisiert werden kann, steigen die **Sicherheitsanforderungen an die Kommunikation** im Fahrzeugnetzwerk. Diese Sicherheit ist nicht nur auf funktionaler Ebene bedeutend, auch die Datensicherheit und der Schutz des Fahrzeuges vor unerlaubten Zugriffen sind maßgebliche Voraussetzungen. In den letzten Jahren haben Fahrzeugrückrufe aufgrund von fehlerhafter Software oder Sicherheitslücken zugenommen. Die steigende Bedeutung von Software, erfordert demzufolge auch deren durchgängige Instandhaltung zur Sicherstellung der Betriebssicherheit des Fahrzeugs und der Datensicherheit für Fahrzeug und Nutzer. Eine im Vergleich zu Produktrückrufen kostengünstigere und zeitlich effizientere Möglichkeit diese Aktualisierung der Software vorzunehmen, bieten OTA-Updates.

OTA-Updates bieten über die Erhaltung der Sicherheit im Fahrzeuglebenszyklus hinaus die Möglichkeit Anwendungssoftware zu erneuern oder nachzurüsten, worüber neue Umsatzpotenziale im After Sales erschließbar sind.

Die Eigenschaften der SOA ermöglichen Basis OTA-Updates schnell und flexibel zur Verfügung zu stellen. Auf einzelne Komponenten und Fahrzeugdaten kann remote zugegriffen werden, so entsteht eine drahtlose Steuerungsmöglichkeit (Control Over-The-Air (COTA)). Der Austausch einzelner Software-Komponenten oder die Abfrage der Konfigurations- und Leistungsdaten und deren Steuerung ist mittels externer Systeme, bspw. „Handheld“ Devices möglich. Die rechenintensive Ausführung von Funktionen kann in dieser hochvernetzten Architekturauslegung auch auf Backend-Server beim Hersteller oder Cloud-Servern bei Drittparteien erfolgen. Digitale Zwillinge und die sichere Netzwerkverbindung zu den fahrzeugunabhängigen Systemen sind Gegenstand der Forschung und Entwicklung im Automobilökosystem.

Die physikalische E/E-Architektur ist zum Zeitpunkt Fahrzeugproduktion fixiert, über die Anbindung dieser Artefakte bleibt sie über den Lebenszyklus flexibel und erweiterbar.

Software-Komponenten, deren Abhängigkeit von anderen möglichst gering oder durch einheitliche Schnittstellen klar abzugrenzen ist, können in einer SOA ressourceneffizient kommunizieren und ausgetauscht werden.

Um die technologischen Grundlagen und die Architekturen dafür bereitzustellen, ist neben **einheitlichen Schnittstellen auch die kontinuierliche Datenhaltung** entscheidend. Der Ersatz bestehender Software setzt die Kenntnis deren im spezifischen Fahrzeug voraus. Die **Kooperation im gesamten Marktumfeld** wird hierbei zusätzlich entscheidend. Mobilfunknetzbetreiber, Cloud-

Anbieter und die klassischen Automobilunternehmen müssen kooperieren, um eine Ende-zu-Ende Lösung vom Server bis zum individuellen Fahrzeug sicher und gewinnbringend zu verwirklichen.

2.3 Kooperationen und Transfer Forschung/Industrie

Die Veränderungen in der Automobilindustrie erstrecken sich auf zahlreiche Bereiche. Die wachsende Bedeutung der Software und damit verbundene Veränderungen, haben neben technologischen Herausforderungen auch Auswirkungen auf die Organisation der Wertschöpfungskette. Während klassische OEM diese heute dominieren, wird die Marktmacht durch die wachsende Dominanz von Software-Umfängen herausgefordert.

Software-Lebenszyklen sind im Allgemeinen kürzer als die Nutzungsdauer der zugehörigen Hardware oder des Gesamtprodukts. Über die steigenden Software-Anteile im Fahrzeug, die maßgeblich den Funktionsumfang dessen bestimmen, wächst auch der Anteil der Software an der Gesamtwertschöpfung. Während Steuergerätesoftware und Betriebssysteme als Befähiger innovativer Funktionalitäten gelten, wird eine spezifische, vom Kunden erlebbare Anwendung über Applikationssoftware-Komponenten realisiert. Dabei können Software-Umfänge vom OEM oder Zulieferern flexibel ins Fahrzeug integriert werden, gleichzeitig kann über geeignete Schnittstellen auch Drittanbietersoftware integriert werden. Darüber sind nicht nur beim Fahrzeughersteller Umsatzpotenziale über den gesamten Fahrzeuglebenszyklus zu erschließen. Die Bereitstellung der Schnittstellen für Drittanbieter kann einen zusätzlichen Vertriebskanal für die OEM bedeuten.

Neben diesen anwendungsorientierten Geschäftsmodellen, können weitere **Monetarisierungsmöglichkeiten** erschlossen werden. Über die erzeugten Flottendaten und anhand geeigneter Analysemethoden, können durch Services wie prädiktive Instandhaltung kurzzyklisch Umsätze generiert und die Kundenzufriedenheit und damit deren Markentreue erhöht werden.

Servicemodelle versprechen zusätzliches Umsatzpotenzial. So können beispielsweise nutzungsabhängige Leasingraten oder Servicenutzungsgebühren eine kontinuierliche Einnahmequelle für die Hersteller werden. Auch die Bereitstellung von Services im gesamten Mobilitätsumfeld, kann zur Steigerung der Einnahmequellen beitragen. So können Sharing-Dienste oder Energiemanagement als zusätzliche Dienstleistungen bereitgestellt werden.

Eine weitere Möglichkeit die Fahrzeugflotte zu monetarisieren, besteht in der Nutzung dieser als Datenplattform. Um einen fairen Wettbewerb auf dem Servicemarkt zu gewährleisten und maximale Innovationen zu ermöglichen, sollten Drittparteien unter FRAND Prinzipien gleichberechtigten Zugriff auf die Daten bekommen. Darüber werden „Data as a Service“ Vertriebsmodelle möglich. In diesem Forschungsfeld wird die Frage der **Datenhoheit** zentral. Dies auf rechtlicher Ebene zu regeln und die Sicherheit von Daten kontinuierlich zu garantieren, sind Aufgaben der Gesetzgebung unter Berücksichtigung aller beteiligter Parteien im Mobilitätsumfeld.

Um die von Software dominierten Fahrzeuge herzustellen, ist eine **Transformation bestehender Wertschöpfungsketten und dahinterliegender Prozesse, Methoden, Tools sowie Organisationen** notwendig. Flexible, kontinuierlich erweiterbare Fahrzeugarchitekturen, machen eine entsprechende Agilität auch auf Herstellerseite notwendig. Grundlage dessen bildet Integration von technischer Expertise in die Industrie, um das methodische und organisatorische Gerüst im Einklang mit den

erforderlichen Kompetenzen aufzubauen. Hierbei muss vor allem klar zwischen dem Kerngeschäft und der nicht differenzierenden Entwicklung unterschieden werden.

Die innovativen Fahrzeugfunktionen erzeugen eine Bedeutungsverschiebung weg von Mechanik- und Hardwarebauteilen hin zu Software-Komponenten. Damit einhergehend wird die Neuausrichtung hinsichtlich der Unternehmenskompetenzen erforderlich. In der Vergangenheit lag bei klassischen OEMs und Zulieferern kein Fokus auf Software-Entwicklung, Datenanalyse oder Dienst-basierten Anwendungen. Die Qualifikationsbedarfe in diesen Bereichen wachsen jedoch stetig. Aufbauend auf dem heutigen Branchenwissen, kann die Automobilunternehmerlandschaft in Deutschland über die Akquisition von Know-how, die Basis für die erfolgreiche Zukunft der Branche schaffen. In diesem Kontext ist die Kooperation von Bildungs- und Forschungsorganisationen, der Politik sowie den Unternehmen selbst eine Grundbedingung.

In der **Forschung** werden bereits Konzepte und Umsetzungsmöglichkeiten updatefähiger Systeme erprobt. **Innovative Start-ups und Kleinstunternehmen** bieten Werkzeuge zur Entwicklung zukunftsfähiger Fahrzeugfunktionen an oder betreiben Serviceplattformen.

Auf der anderen Seite stehen **öffentliche Einrichtungen und der Gesetzgeber**. Die Ausstattung von Straßen mit notwendiger Infrastruktur, der Ausbau eines stabilen und leistungsstarken Mobilfunknetzes sowie auf neue Fahrzeugnutzungsmöglichkeiten angepasste Flächen liegen in der Verantwortung der öffentlichen Hand. Gleichzeitig steht vor der Inbetriebnahme hochautomatisierter, vernetzter und software-getriebener Fahrzeuge deren Zulassung. Um Sicherheit und den Schutz von Daten zu garantieren, sind geeignete Testverfahren umzusetzen. Die **Homologation durch Zulassungsbehörden** ist auf die neuen Anforderungen anzupassen und muss sich gleichzeitig mit den stetig veränderlichen Systemen weiterentwickeln.

Obwohl die Herausforderungen der Fahrzeugtransformation groß sind, bestehen über unterschiedliche Stakeholder Möglichkeiten und Konzepte zur Lösung dieser. Die Zusammenarbeit innerhalb der Branche, über deren Grenzen hinaus und mit Forschung und Gesetzgebung bildet somit die Basis einer erfolgreichen Weiterentwicklung von Produkten und der Automobilwirtschaft.

Bestehende öffentlich geförderte Projekte und Initiativen umfassen **Reallabore und Testfahrzeuge oder -strecken**, die die Umsetzungsmöglichkeiten zukunftsfähiger Fahrzeuge demonstrieren. Diese Ergebnisse in die Breite zu tragen, bindet nicht nur die Bürger ein und steigert deren Akzeptanz neuer Technologien, sondern ermöglicht auch die Einbindung von Partnern aus angrenzenden Branchen. Die Dissemination von Projektergebnissen motiviert darüber hinaus die Entwicklung innovativer Ideen, die oftmals von **kleinen und mittelständischen Unternehmen** umgesetzt werden. Damit ist auch die Einbindung dieser Organisationen ein Baustein auf dem Weg der Industrietransformation.

Die Kooperation der gesamten Automobilindustrie innerhalb und auch mit dem gesamten Mobilitätsökosystem ist zukunftsentscheidend. Die Möglichkeit innovative und neue Entwicklungen und Erkenntnisse in bestehende Prozesse zu integrieren, bedarf die Förderung solcher Aktivitäten in kürzeren Zyklen und Offenheit bezüglich der Vorgehensweisen. Seitens des Gesetzgebers, Zulassungsbehörden und öffentlicher Hand ist ein tiefes Technologie- und Industrieverständnis bedeutend. Die Forschung an Technologien, Methoden und Umsetzungsalternativen sowie die Qualifikation der Fachkräfte wird durch Universitäten und Forschungszentren untermauert. Dabei ist die mit der Fahrzeugentwicklung und -herstellung eng verknüpfte Konzentration auf Maschinenbaukompetenzen nicht ausreichend. Software-Entwicklung und informationstechnische

Qualifikation sind zentrale Voraussetzung zukunftsfähiger Unternehmen. Der Mechaniker muss auch Diagnose-Experte sein. Datenanalyse und umfassendes Know-how bezüglich hochvernetzter Kommunikationssystemen sind Kernkompetenzen für die Automobilindustrie.

Chancen und Risiken der Trends und Entwicklungen zu erkennen, ist essentiell, um Innovation zu fördern. Öffentlich bereitgestellte Infrastruktur und Kooperationsplattformen bilden damit ein wichtiges Standbein, um Partnerschaften und Kollaborationen im gesamten Ökosystem zu unterstützen. Risiken einzugehen, um neuartige Lösungen zu ermöglichen, ist entscheidend in Bezug auf die Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit der gesamten Branche.

2.4 Kürzere Entwicklungszyklen

Mit den steigenden Softwareanteilen in modernen Fahrzeugen und der Verkürzung ihrer Lebenszyklen steigt der Bedarf an Wartung und Verbesserung dieser Anteile anhand von Updates. Updates erlauben eine flexible und kostengünstige Funktionserweiterung und/oder Fehlerbehebung. Bisher wurden Updates nur in dringenden Fällen und im Rahmen von nationalen oder internationalen Rückrufaktionen durchgeführt, wie beispielsweise nach Auftritt von Softwarefehlern mit Auswirkungen auf die Betriebssicherheit (Safety) des Fahrzeugs. Die dafür benötigten Prozesse verursachen jedoch erhebliche Kosten für den OEM und einen hohen Aufwand für den Kunden, der sein Fahrzeug in eine Werkstatt bringen und auf den Abschluss der Update-Installation warten muss.

OTA-Updates ermöglichen eine Vereinfachung des Updateprozesses, indem der Werkstattbesuch entfällt, und führen somit zu wesentlichen Kosteneinsparungen. OTA-Updates eröffnen außerdem neue Geschäftsmodelle für die OEMs und Zulieferer bzw. Drittparteien, die Funktionen on demand erweitern oder neu integrieren können. Alternativlos sind OTA-Updates für die Security zukünftiger Fahrzeuge. Kein IoT-Device, zu denen Autos dann auch zählen, kann mehr in den Markt gebracht werden, wenn Sicherheitslücken über Updates nicht kurzfristig geschlossen werden können. Auf der Basis von OTA können neue Produkte und Geschäftsmodelle für OEM und Zulieferer bzw. Drittparteien entwickelt werden.

Dazu gilt es **Continuous Development und Continuous Integration von Software** in Fahrzeugen voranzutreiben und neue Absicherungsverfahren und Zulassungsregelungen für Software-Updates und -Upgrades bei Fahrzeugen im Betrieb zu etablieren.

Fahrzeuge, die zunehmend von Software dominiert werden, stellen veränderte Anforderungen an deren Entwicklung. Während ein Fahrzeug durchschnittlich über 10 Jahre genutzt und über einen Zeitraum von drei bis vier Jahren entwickelt wird, liegt der Lebenszyklus von Software-Komponenten deutlich darunter. Um die Sicherheit des Automobils über den ganzen Nutzungszeitraum aufrecht zu erhalten, ist es daher notwendig die darauf laufende Software kontinuierlich auf dem aktuellen Stand zu halten.

Die deutsche Automobilindustrie ist geprägt von Unternehmen, die seit Jahrzehnten im Markt etabliert sind. Prozesse und Kooperationsnetzwerke bestehen über einen langen Zeitraum und sind auf die Entwicklung heutiger Fahrzeuge zugeschnitten. Auf technologischer Ebene werden neue Kooperationsnetzwerke notwendig. Entwicklungsaktivitäten folgen veränderten Vorgehensweisen und Organisationsstrukturen, die zunehmenden Software-Inhalte erzeugen den Bedarf bisherige Abläufe zu verändern. Flexible, skalierbare und updatefähige E/E-Architekturen sind in entsprechend veränderlichen Prozessen effizienter lösbar als in starren Ablauforganisationen. Kooperation

ermöglicht hier nicht nur Zusammenarbeit, sondern die Möglichkeit die Kompetenzen der einzelnen Marktteilnehmer in einem Verbund zu stärken.

3. Herausforderungen aus Sicht des Mittelstandes

Insbesondere KMU fällt es meist schwer, aus eigener Kraft Innovationen in den neuen Technologiefeldern von Software, Digitalisierung, KI, Sensorik, Aktorik zu entwickeln, zu skalieren und zu industrialisieren. In einem Workshop und in weiteren Einzelgesprächen mit KMU-Vertretern wurden daher gezielt Hemmnisse und Herausforderungen herausgearbeitet.

Hemmnisse für Markteintritt und Produktentwicklung

Als größte Hemmnisse beim Markteintritt wurden die **Verfügbarkeit und der Zugang zu Fahrzeug-, Flotten- und Nutzerdaten sowie der geregelte Zugriff auf Technologieträger und -demonstratoren** gesehen. Die KMU haben oft keine Möglichkeit auf Daten, die von OEM oder TIER 1 gehalten werden zuzugreifen, was allerdings für die Weiterentwicklung von Produkten oder das Lernen der KI notwendig wäre. Eine Lösung dafür könnten Kooperationsprojekte sein, bei denen die notwendigen Daten auch für KMU verfügbar werden.

Es gibt zwar Ansätze aus Projekten zur Verwendung von Open Source Daten, jedoch sind die Datensätze zumeist regional oder im Umfang begrenzt, so dass diese nicht ausreichen. Die Suche nach Partnern mit passenden Daten ist dabei schwierig. Auch für die Verwendung synthetisch erzeugter Daten ist für die Validierung eine gute Datengrundlage von realen Daten erforderlich. Erste gute Ansätze liefert hier das Projekt GAIA-X, jedoch fehlen nach wie vor Szenariodatenbanken. Solche „Bibliothek“-Organisationen zur Mehrfachnutzung von Daten für die datengetriebene Entwicklung von Fahrfunktionen (z.B. Szenariodatenbanken, Prüfanweisungen, Ground Truth Daten) wäre sehr hilfreich. Im internationalen Kontext begrenzt die europäische DSGVO in ihrer aktuellen Fassung die Entwicklungsbereiche und die Entwicklungsgeschwindigkeit und muss praxisnah für einzelne spezialisierte Anwendungsbereiche fortentwickelt werden.

In anderen Ländern wie China (z.B. BAIDU) oder USA (z.B. Tesla) ist die Datenverfügbarkeit und -nutzung weniger restringiert, somit kann die KI stetiger und kontinuierlich lernen. Die Verfügbarkeit von Daten wird darüber entscheiden, wer in der KI das Rennen macht. Europäische Unternehmen haben hier gegenüber asiatischen oder amerikanischen Unternehmen Nachteile. Eine Einführung anwendungsbezogener Sonderrechte wäre eine aus KMU-Sicht adäquate Möglichkeit, um diesem Hindernis zu begegnen. Ziel muss ein transparenter und fairer Datenmarkt mit gleichberechtigten Playern sein. Andere Marktakteure sehen Sonderrechte für Unternehmen, darüber hinaus an der Unternehmensgröße festgemacht, hier eher als kontraproduktiv an. Vielmehr sollte auf die Entwicklung von interoperablen Standards und Schnittstellen gesetzt werden, sodass alle Marktteilnehmer datensouverän und gleichberechtigt partizipieren können (siehe Mobility Data Space, European Data Spaces).

Ein Hindernis für den Markteintritt sind **fehlende Standardisierungen**. Je besser die Standards gesetzt sind, umso leichter fällt es KMU in den Markt einzutreten. Zudem verteuern fehlende Standards das Produkt.

Bei der Integration von Software ins Fahrzeug ist das Thema der **Absicherung im Fahrzeug nicht geklärt**. Dabei ist die Absicherung der Funktion einer Software-Komponente im Fahrzeug (Absicherung des Systems) ein zentraler Aspekt, jedoch auch genauso die Absicherung der Daten, die im Fahrzeug gesammelt werden gegenüber Cloud Anbietern.

Fehlende Fachkräfte sind für KMU ein großes Hindernis im Kompetenzbereich Software im Fahrzeug. Aus Deutschland kommen zu wenige Nachwuchskräfte, so dass sehr viele Einstellungen aus dem Ausland erfolgen. Oft bestehen hier jedoch auch große Hürden mit Blick auf Arbeitsberichtigungen und Erteilung von Visa. Die Fachkräftethematik beschäftigt die gesamte Automobilindustrie unabhängig von der Unternehmensgröße. Aktuell könnte sich die Marktsituation nicht schwieriger gestalten. Während der Bedarf an Fachkräften immens ist, ist der Talentpool begrenzt. Hauptwettbewerber ist dabei für die Automobilindustrie die IT-Branche.

Auch für KMU ist es mit Herausforderungen verbunden im Feld zu operieren, weil der Kunde **die Anforderungen an die Software oder die Funktionen** nicht ausreichend definiert hat. Es gibt verschiedenen Lösungsansätze: Zum einen der klassische Ansatz, dass man das Gerät verkauft und einen Service als Extradienstleistung oder auch eine Art Leasingmodell anbietet. Ein anderer Weg ist die gemeinsame Erarbeitung von Anforderungsprofilen und Schnittstelle im Rahmen eines gemeinsamen FuE Vorhabens. Gerade auch Cluster-Initiativen können hier bei der Herstellung relevanter Kontakte für KMU zu Forschungseinrichtungen oder größeren Unternehmen unterstützen. Auch das Zugänglichmachen von Prototypen zur Erprobung wird als ein Mittel gesehen, um den Mittelstand die Möglichkeit zu eröffnen eigenen Produkte zu entwickeln und auf die Anforderung der Kunden abzustimmen.

Zudem hat eine mangelnde Zusammenarbeit unterschiedlicher Stakeholdergruppen negative „und volkswirtschaftlich relevante“ Auswirkungen. Es gilt daher Zusammenarbeit aller Stakeholder zu fördern. Eine Kommune zum Beispiel ist Herrin über eine Vielzahl an Daten, wie z.B. Infrastrukturinformationen (z.B. Ladesäulen) bzw. Ground Truth Daten (z.B. Straßen, Gebäude). Jedoch werden die Informationen und Daten wenig geteilt. Datenräume auf nationaler oder europäischer Ebene können hierbei helfen, auch Daten der öffentlichen Hand für andere Stakeholder basierend auf europäischen Werten verfügbar zu machen.

Zusätzliche Herausforderungen ergeben sich für KMU aus der Entwicklung der **internationalen Lage**: Zum einen wird der Wettbewerb gerade auch aus dem asiatischen Bereich immer stärker. So werden in anderen Ländern u.a. sehr hohe Summen an Investitionsmitteln in junge Unternehmen in Israel oder China gegeben, teilweise staatlich subventioniert. Dazu kommen auch internationale Lieferprobleme. Gerade Taiwan ist im Bereich Software/Hardware eines der zentralen Lieferländer. Sollte das Land nicht mehr in aktuellem Umfang liefern können, hätte dies massive Auswirkungen auf die heimischen Unternehmen, die auf Chips für Steuergeräte etc. angewiesen sind.

Darüber hinaus wird die Standardisierung im Moment in China extrem vorangetrieben und es werden sich in Zukunft wahrscheinlich ein chinesischer und ein europäischer/westlicher Standard etablieren. Um mit den Entwicklungen in China mitzuhalten, gilt es in Europa Kräfte zu bündeln z.B. über Open Source Projekte wie in der Eclipse Foundation.

Aufgrund ihrer zunehmenden Bedeutung für den Aufbau neuer innovativer Mobilitätskonzepte sollten auch internationale (interkontinentale) Entwicklungskooperationen vermehrt gefördert werden.

Kürzere Projektlaufzeiten für z.B. internationale Kooperationsprojekte unter drei Jahren könnten dabei helfen Inhalte schneller umzusetzen. Gerade für die Industrie bietet das Vorteile, jedoch muss auch weiterhin Planungssicherheit von Personalstellen für Forschungseinrichtungen und Hochschulen gewahrt bleiben.

Unterstützung durch eine neutrale Instanz

Die Investition in Plattformen, auf der alle Akteure im Mobilitätökosystem zusammenarbeiten, liegt in der Verantwortung öffentlicher Einrichtungen. Die Industrie übernimmt die Rolle des Initiators hinsichtlich zukunftsweisender Projekte. Die Rolle von Forschungseinrichtungen und Bildungsinstitutionen liegt im Transfer von innovativen Technologien, deren Verfügbarmachung für die Wirtschaft sowie der Ausbildung von Fachkräften. Eine neutrale Instanz wiederum hat die Aufgabe dies zielgerichtet und koordinativ zu fördern.

Zur Stakeholder-übergreifenden Bereitstellung von Daten benötigen wir den **Aufbau zentraler Datenclearing- und Datendistributionsorganisationen** (z.B. Treuhandstellen, GAIA-X-Infrastruktur) und die Entwicklung zugehöriger Geschäftsmodelle. Auch aus Sicht der Nachhaltigkeit vermeiden Datenclearing- und Datendistributionsorganisationen durch ihr Angebot die redundante oder überflüssige Speicherung von Daten und den damit verbundenen erhöhten Energieverbrauch dieses Sektors. Die **Katalogisierung der Daten(banken) und Zertifizierung von Schnittstellen** in einer Art Übersicht für mögliche Datenpunkte (Katalog) ist dafür Voraussetzung. Bei der Umsetzung sollten bewährte Verfahren der Zusammenarbeit in Open Source Projekten auf das Thema Daten übertragen werden z.B. mit Blick auf Datenqualität und Zugangsregelung durch ein Committer-Team. Hier bedarf es einer bundes- oder europaweiten Vorinvestition in Grundinfrastrukturen. Der Mobility Data Space und MobiDataBW sind hier genauso wie GAIA-X Räume, die Potenzial haben, aber noch weiterentwickelt werden und in die organisatorische Umsetzung kommen müssen.

Die Handlungsbedarfe, die im Rahmen des Strategiedialogs identifiziert wurden, erfordern eine stringente Verfolgung der Ziele. Investitionen und Projekte, die einander ergänzen, die Ziele als Ganzes in den Fokus nehmen und von zentralen Stellen als Katalysator begleitet werden, sind elementar in der Transformation der Automobilindustrie.

Darüber hinaus sollten Bemühungen von KMU in **europäische Projekte** einzutreten, unterstützt werden, wie dies z.B. durch e-mobil BW und den Cluster Elektromobilität Süd-West erfolgt. Wichtig sind dabei die Transparenz und Sichtbarkeit bestehender Möglichkeiten. Hilfreich wäre hier eine globale Übersicht, eine Art Kontaktliste mit Multiplikatoren für potenzielle EU-Projekte, bei denen sich ein KMU einschalten kann. Arbeitsformate, die alle Mobilitätsakteure zusammenführen und deren Ergebnisse in die Politik getragen werden, ergänzen eine solche Ziellandkarte.

Der Bedarf einer neutralen Stabstelle ist an vielen Stellen offensichtlich. Eine von starkem Wettbewerb geprägte Industrie kann nur dann eine Transformation meistern, wenn gemeinsame Anstrengungen auch in individuellem Erfolg münden. Dies formuliert die Aufgabe, die die öffentliche Hand und Gesetzgebung unmittelbar aufnehmen muss.

Anhang

Neben den Workshops wurden in weiteren Gesprächen zusätzliche Inputs aufgenommen, die einzelne Themen vertiefen. An dieser Stelle ergeben sich Schnittstellen zum Schwerpunkt Daten im Strategiedialog Automobilwirtschaft BW. Es gilt im weiteren Prozess Synergien zu prüfen. Ein zentraler Aspekt war dabei das Thema Daten und daraus resultierende Geschäftsmodelle insbesondere für den (Privat-)PKW. Dieser wertvolle Input soll im Rahmen der Mission im SDA BW dokumentiert werden, auch wenn er nicht im Rahmen der Workshops mit der gesamten Gruppe diskutiert werden konnte und eine mögliche Vertiefung von verschiedenen darstellt.

Daten und das Fahrzeug der Zukunft

Globale Trends und Zukunftsfelder der Automobilwirtschaft sind die Elektrifizierung, das autonome Fahren, Carsharing oder neue Mobilitätskonzepte, die Vernetzung von Fahrzeugen, die Möglichkeit, OTA-Software-Updates einzuspielen oder Schäden mit Hilfe von künstlicher Intelligenz zu erfassen. Diese Themenfelder beeinflussen alle Akteure der Branche, sie stellen sämtliche Player vor große Herausforderungen.

Insbesondere hochmoderne Fahrzeuge spielen in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. Sie generieren große Datenmengen, die zahlreiche Rückschlüsse auf Fahrweise oder z.B. das Ladeverhalten bei E-Autos erlauben. Gleichzeitig sind Akteure der Autobranche wie Gutachter, Werkstätten oder Automobilverkäufer auf solche Daten angewiesen, um möglichst präzise Aussagen über den aktuellen Zustand sowie die Historie der Fahrzeuge treffen zu können.

Zudem kommen neue Player oder Plattformanbieter auf den Markt, die einerseits neue Technologien nutzen, sich andererseits aber mit neuen Geschäftsmodellen zwischen Autofahrer, Händler und Automobilhersteller positionieren, um die Datenhoheit für sich zu beanspruchen.

Abschließend sind aber auch die Autofahrer selbst von diesen Megatrends betroffen. Sie können heute und morgen nicht nur Fahrerassistenzsysteme nutzen oder von Telematikdaten profitieren, sondern über Connectivity Services wie Android Auto oder Apple Car Play so einfach wie nie zuvor die Funktionen ihrer Smartphones auch im Auto nutzen.

Für Mobilitätsdienste der nächsten Generation und das Fahren der Zukunft werden im Fahrzeug und sektorenübergreifend Daten benötigt; Daten aus dem Fahrzeug, dem Fahrbetrieb und dem Verkehrsraum. So braucht z.B. die Software zur Steuerung des autonomen Fahrens Daten aus der Sensorik, den elektronischen Steuergeräten und den an Bord befindlichen Rechnersystemen. Darüber hinaus muss die Software im Fahrzeug Daten von anderen Verkehrsteilnehmern (z.B. Straßen- und Schienenfahrzeugen), aus Verkehrsleitsystemen (z.B. Lichtsignalanlagen oder variable Geschwindigkeitsanzeigen) und aus dem Verkehrsraum (z.B. Straße, Verkehrsschilder, feststehende Einrichtungen und Gebäude) verarbeiten, um die höchstmögliche Sicherheit des hochautomatisierten und fahrerlosen Fahrens zu gewährleisten.

Aufgrund der hohen Komplexität von hochautomatisierten oder fahrerlosen Fahraufgaben in einer sogenannten offenen Welt stoßen anforderungs- und spezifikationsgetriebene Ansätze an ihre Grenzen. Für neue Mobilitätskonzepte und die hierfür notwendigen funktionalen Erweiterungen der Software (SW) im Fahrzeug kommt der datengetriebenen Entwicklung von Fahrfunktionen und Fahrzeugen eine enorm erhöhte Bedeutung zu.

Der zukünftig verstärkte Einsatz auch von nicht-deterministischer Software oder Software-Komponenten (z.B. KI-Algorithmen wie neuronale Netze) für hochautomatisierte und fahrerlose Fahrfunktionen im Fahrzeug bedingt ein schnelles Lernen auf großen Datenmengen und das fortlaufende und zeitnahe Einspielen von verbesserten SW-Komponenten auch für im Betrieb befindliche Fahrzeuge. Zur Überprüfung der Sicherheit der neu eingespielten SW-Komponenten und deren Funktionalität müssen daher neue und verstärkt datenbasierte Verfahren zur Bewertung und Absicherung etabliert werden.

Zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit bei der Entwicklung von Fahrfunktionen wird es zur Reduzierung der Entwicklungskosten zu einem vermehrten Einsatz von datenbasierter Simulation kommen müssen. Für die Simulation und die Absicherung von Fahrfunktionen werden für alle Stakeholder zukünftig „spezialisierte Bibliotheken“ mit geringen Zugangsbarrieren zur Mehrfachnutzung von Daten (z.B.

Szenario-Datenbanken, Prüfanweisungen, Ground Truth Daten) für die datengetriebene Entwicklung von Fahrfunktionen und erweiterten Mobilitätsdiensten benötigt.

Die Vorbereitung zur Freigabe des automatisierten Fahrens wird unter anderem auch auf zwei Säulen beruhen, die größtenteils durch Simulation umgesetzt werden: erstens die Verifizierung, bei der alle Maßnahmen zur Vermeidung bekannter Risiken überprüft werden, und zweitens die Validierung, bei der das System in relevanten Anwendungsfällen an seine Grenzen gebracht wird, um unbekannte Risiken zu ermitteln. Beide Säulen kombinieren die Simulation mit der Fahrzeugerprobung und bedingen die Verfügbarkeit von Daten in weit größerem Umfang um damit

- die Anzahl der „Testkilometer“ zu begrenzen
- durchgeführte „Testkilometer“ effizienter zu erbringen.

Es wird erwartet, dass künstliche Intelligenz zu einem großen Anteil die Basis für zukünftige teil- und vollautomatisierte Fahrfunktionen sein wird. Doch für das Training der entsprechenden neuronalen Netze liegen bislang meist nur unzureichende Daten vor. Synthetische Daten schließen die Lücken, die reale Datensätze haben. Diese synthetischen Daten mit ihren unendlichen Variationsmöglichkeiten werden zum Trainieren von Algorithmen genutzt, aber ermöglichen dies in der Regel nur für bekannte Problemstellungen. Um neue Problemstellungen aufzuzeigen, wird die reale Welt mit ihrer Komplexität, Varianz und Unvorhersehbarkeit und damit die Validierung im realen Fahrbetrieb benötigt. Denn Basis für die synthetische Erzeugung von Daten sind Daten aus der realen Welt.

Exkurs Use-Cases

Daten, die ein Fahrzeug generiert, sind in hohem Maße dynamische Daten. Sie werden im Sekundentakt gestreamt und auf Servern der Hersteller oder Drittanbieter gespeichert. Daraus lassen sich schon heute neue Geschäftsmodelle unterschiedlichster Art erzeugen.

Geo-fencing bei Fahrzeugen von Abo-Anbietern, d.h. das automatisierte Auslösen einer Aktion durch das Überschreiten einer geolokalisierten Begrenzung, ist ebenso bereits heute möglich wie das Handling von Fahrtenbüchern großer Fahrzeugflotten ohne Einsatz zusätzlicher Hardware (so genannte OBD-Stecker) zur Übertragung von Fahrzeugdaten.

Basierend auf dem Streaming von Fahrzeugdaten lassen sich aber auch weitere Einsatzgebiete realisieren: Zusätzlich zu Breitengrad, Längengrad, Kurs und Höhe, Kilometerzähler, Kraftstoffstand, Reifendruck, Batteriespannung oder Kühlmitteltemperatur sind es oft fahrzeuginterne Diagnostic Trouble Codes, die bereits während der Fahrt auf mögliche Wartungs- oder Reparaturarbeiten hinweisen. Gleiches gilt für die Rekonstruktion von Unfällen – etwa, wenn überprüft werden kann, ob und wann ein Abstandswarnsystem aktiv oder deaktiviert war. Aber auch hoheitliche Aufgaben wie die nach §29 StVZO durchzuführende Hauptuntersuchung kann künftig von Telematikdaten profitieren.

Vor dem Hintergrund des Hochlaufs der Elektromobilität und dem damit verbundenen Gesundheitszustand der Batterie müssen ferner Informationen darüber ausgewertet werden, wie oft mit welchem Ladestrom und welchem Ladestecker geladen wurde. Dies hat hohe Relevanz für den Handel, d.h. für den An- und Verkauf von E-Fahrzeugen sowie deren Restwert.

Verschiedene Geschäftsmodelle lassen sich allerdings nur realisieren, wenn die hierfür erforderlichen Daten übergreifend in einer einheitlichen Struktur vorliegen. Und alle Parteien unter FRAND Prinzipien Zugang zu den, für Geschäftsmodelle relevanten, Daten haben.

Referenzen

- Burkacky, O., Deichmann, J., & Stein, J. P. (2019). *Automotive software and electronics 2030*. McKinsey & Company.
- International Organization for Standardization. (2021). *ISO/SAE 21434 - Road vehicles – Cybersecurity engineering*. Genf: ISO/SAE.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 26262 - Road vehicles - Functional safety*. Genf: International Organization for Standardization.
- Kraftfahrbundesamt (KBA). (Februar 2022). *Bestand nach Fahrzeugalter*. Von https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Fahrzeugalter/2022/2022_b_fz_alter_kurzbericht.html;jsessionid=63B0DA8A41ED69BB48D27DB973DD6A5A.live21303?nn=3524968&fromStatistic=3524968&yearFilter=2022&fromStatistic=3524968&yearFilter=2022 abgerufen 01.09.2022
- Rassner, K. (2017). Neue Geschäftsmodelle durch Over-the-Air-Technologien. *ATZechnik*, S. 48-53.
- Sax, E., Reussner, R., Henle, J., Hohl, C. P., Otten, S., Houssein, G., . . . Haenss, J. (2020). *Analyse der Aktivitäten und Entwicklungsfortschritte im Bereich der Fahrzeugelektronik mit Fokus auf fahrzeugeigene Betriebssysteme*. Stuttgart: e-mobil BW GmbH.
- P3 Group L. Bubitz, A. Boll, P. Eisele, T. Löhr, D. Weinzierl: *Themenpapier Cluster Elektromobilität Süd-West: Automotive Cybersecurity* Stuttgart: e-mobil BW GmbH.
- United Nations. (2021). *ECE/TRANS/WP.29/2020/80 Addendum 155 – UN Regulation No. 156*. United Nations.
- Zerfowski, D., & Buttle, D. (09 2019). Paradigmenwechsel im Automotive-Software-Markt. *ATZechnik*, S. 28-34.

Glossar

ASAM	Association for Standardization of Automation and Measuring Systems
AUTOSAR	Automotive Open System Architecture
AGL	Automotive Grade Linus
BSW	Basissoftware
C-Matrix	Kommunikationsmatrix
COTA	Control Over-The-Air
ECU	Electronic Control Unit
E/E	Elektrik/Elektronik-Architekturen
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
IVI	In-Vehicle Infotainment
NGO	Non-governmental Organisation
ROS	Robot Operating System
SDA BW	Strategiedialogs Automobilwirtschaft BW
SOA	Service-orientierten Architekturen
SUMS	Software Update Management Systeme
SW	Software
OEM	Original Equipment Manufacturer
OTA	Over-The-Air (OTA)-Updates
V2X	Vehicle to X