



SIEMENS

Ingenuity for life

Siemens Digital Industries Software

Modellbasiertes Systems Engineering für die Entwicklung autonomer Fahrzeuge

Kurzdarstellung

Gegenstand dieses Dokuments sind bahnbrechende Innovationen bei der Digitalisierung in der Automobilindustrie. Einen Schwerpunkt bilden dabei die großen mit autonomen Fahrzeugen (AF) verbundenen Herausforderungen. Autonome Fahrzeuge machen eine grundlegende Transformation der Werkzeuge und Prozesse für die Fahrzeugentwicklung insgesamt erforderlich. Mithilfe einer integrierten Fahrzeugarchitektur, ergänzt durch ein modellbasiertes Systems-Engineering-Konzept, kann die Industrie diese Herausforderungen meistern.

Piyush Karkare
Director, Global Automotive Industry Solutions
Siemens PLM Software

Trends in der Automobiltechnologie

Laut McKinsey hat sich das Angebot an Fahrzeugsoftware zur Steuerung der verschiedensten Aspekte des Fahrzeugverhaltens in den letzten fünf Jahren verzehnfacht. Nur ein Teil dieses Anstiegs ist auf Fahrerassistenzsysteme (FAS) für Fahrzeuge der Autonomiestufe 2 zurückzuführen. Der Ford F150 aus dem Jahr 2017 zum Beispiel hat die Marke von 150 Millionen Software-Codezeilen überschritten, eine astronomische Zahl, die noch weiter steigen wird, wenn auf dem Weg zum autonomen Fahren neue Funktionen und Services hinzukommen.

In Bezug auf das Marktvolumen prognostiziert die IHS-Studie, dass der Markt für autonomes Fahren bis 2035 auf 21 Millionen Einheiten anwachsen wird. Andere Studien kommen zu dem Schluss, dass innerhalb von 10 Jahren nach der behördlichen Genehmigung 95 Prozent der Passagierkilometer von autonomen Fahrzeugen „on Demand“ erbracht werden. Den Prognosen zur Beförderung als Dienstleistung zufolge entfallen außerdem nicht nur die Passagierkilometer größtenteils auf autonome Fahrzeuge, sie werden auch zu einem Drittel der Kosten heutiger On-Demand-Services erbracht.

Die Rolle des Autos wird sich in den nächsten zehn Jahren einschneidend ändern – die Funktion des aktiven Fahrens wird zunehmend durch eine Unterhaltungs- oder Produktivitätsfunktion ersetzt. Während derzeit noch der Fahrer die Verantwortung und die Kontrolle hat, wird das Fahrzeug bis 2025 größtenteils die Kontrolle übernehmen. Die Gestaltung des Fahrzeuginnenraums rückt in den Fokus und das Auto wird zum Wohnzimmer auf Rädern. Über vollzieht den Übergang zum vollautonomen,

fahrerlosen „Ridesharing“ und steigt in die Paketzustellung sowie das Expeditions- und Transportgeschäft ein. In einer vollautonomen Welt wäre es möglich, jeden Berufstätigen in New York innerhalb von zwei Stunden an seinen Arbeitsplatz zu befördern, und das mit weniger als fünf Prozent der heutigen Fahrzeuge. Die Auswirkungen auf Produktivität, Umwelt und Wirtschaft wären beträchtlich.

Selbstfahrende Autos stellen die bestehenden Fahrzeug-Eigentumsmodelle auf den Kopf und zwingen traditionelle Hersteller, sich zukünftig verstärkt als Mobilitätsanbieter zu sehen, die Fahrzeuge für kommerzielle Flotten konstruieren. Wartung und Reparaturen der Fahrzeugflotte werden sich nach Art der Flugzeugindustrie entwickeln.

Die Verkehrsvernetzung, oder Vehicle-to-Everything-Kommunikation (V2X), wird sich zur unverzichtbaren Voraussetzung für sichere, zuverlässige und effiziente Beförderungsdienste entwickeln und automatisiertes Fahren möglich machen. Fahrzeuge kommunizieren mittels zuverlässiger Informationsströme in Echtzeit mit anderen Fahrzeugen (V2V), mit der Infrastruktur am Straßenrand (V2I) und mit Fußgängern (V2P). Die V2N-Kommunikation (Vehicle-to-Network) ermöglicht Open Cloud Computing als verbindendes Element für smarte Beförderungsdienste. Angesichts des exponentiellen Wachstums der von Fahrzeugen generierten Daten müssen die Akteure in der Industrie Wege finden, diese Daten in Form von Produkten und Services finanziell nutzbar zu machen.

Herausforderungen der Entwicklung autonomer Fahrzeuge

Die schnelle Entwicklung und Konvergenz der Technologien, die selbstfahrende Autos möglich machen, bringen diverse Herausforderungen für die Akteure in der Industrie mit sich. Dies sind vor allem die folgenden:

Vertrauen und Akzeptanz

Die Angst vor der vollständigen Übergabe der Kontrolle an das Fahrzeug zu überwinden ist das schwerwiegendste geschäftliche Problem der Automobilindustrie. Die Industrie muss die Konsumenten von der Sicherheit und Zuverlässigkeit autonomer Fahrzeuge überzeugen, denn das Abgeben der Kontrolle ist ein hoher Einsatz. Während die Entwicklung der Basistechnologien rasch voranschreitet, ist noch viel Arbeit nötig, um zu ergründen, wie Menschen Vertrauen zu autonomen Fahrzeugen entwickeln können. Die Umsetzung von FAS- und AF-Funktionen – wie Menschen mit diesen Funktionen agieren und sie erleben – stellt eine potenzielle Quelle für Skepsis und Unsicherheit dar.

Verhalten, Kommunikation und Reaktion autonomer Fahrzeuge müssen es den Menschen einfacher machen, ihnen ihr Leben anzuvertrauen, als Passagiere ebenso wie als Fußgänger und als Fahrer auf denselben Straßen. Die Industrie steht vor der schwierigen Aufgabe, Menschen, die fahrerlose Fahrzeuge nutzen, ein Gefühl der Sicherheit, des Vertrauens und des Wohlbefindens zu vermitteln. Die Vorteile für die Gesellschaft und zukunftsweisende Geschäftsmodelle zu propagieren, reicht bei Weitem nicht aus. Vertrauen und Akzeptanz müssen auf Ebene der Komponenten, der Systeme, des Fahrzeugs und der V2X-Kommunikation sowie von OEMs, Lieferanten und Dritten gewonnen werden.

Fahrzeugzertifizierung

Die Fahrzeugzertifizierung für die Autonomiestufe 5, Vollautomatisierung, ausschließlich mit physischen Tests zu erreichen, ist nicht möglich. Akio Toyoda, President and CEO von Toyota, schätzt das erforderliche Testvolumen, bis seine autonomen Fahrzeuge für Kunden verfügbar sind, auf rund 14,2 Milliarden Kilometer. Bei diesem Volumen muss ein großer Teil der Tests virtualisiert und digitalisiert werden.

Bevor die Straßentests der autonomen Fahrzeuge beginnen, werden mithilfe von Big Data, die Informationen zum Straßenzustand, zur Umgebung und zum Verkehr umfassen, und mithilfe regulatorischer Datenbanken virtuelle Simulationen und synthetische Szenarien erstellt. Unternehmen, die autonome Fahrzeuge entwickeln, verwenden eine Kombination aus drei Umgebungen für Validierung und Verifizierung (V&V):

- Rein virtuell mit Validierung und Verifizierung über Model-in-the-loop (MiL) und Software-in-the-loop (SiL) für Millionen von Szenarien
- Physisch/virtuell mit Hardware-in-the-loop (HiL), Driver-in-the-loop (DiL) und Vehicle-in-the-loop (ViL)
- Physische Feldtests auf einem Testgelände

Die Unternehmensberatung Roland Berger geht davon aus, dass die Konstruktionsvalidierung einen der größten, wenn nicht den größten Kostenfaktor der Entwicklung automatisierter Systeme darstellen wird.

Sichere Konnektivität

Zu den Anforderungen an autonome Fahrzeuge gehören unüberwindbare Sicherheitsmaßnahmen, hohe Leistung und Robustheit. Eines der größten Probleme ist der Schutz der AV-Systeme, die auf externe Konnektivitätsplattformen angewiesen sind. Auf der Straße müssen autonome Fahrzeuge mit anderen Fahrzeugen und der Infrastruktur kommunizieren können. Die Sicherheit dieser Kommunikation ist von entscheidender Bedeutung. Die Industrie braucht Werkzeuge, um die V2X-Kommunikation, durch Hackerangriffe verursachte Probleme, Mobilfunkstörungen sowie Infrastruktur- und System- oder Softwarefehler zu simulieren und validieren.

Schnelligkeit und Agilität

Auf dem Markt für autonome Fahrzeuge herrscht starker Wettbewerb, und dies nicht nur unter traditionellen OEMs in der Automobilindustrie und ihren Lieferketten, sondern auch seitens großer Technologieunternehmen, Ridesharing-Diensten und Startups. Herkömmliche Praktiken, mit denen traditionelle Autos entwickelt wurden, stellen ein Hindernis für die Entwicklung von Fahrzeuglösungen der nächsten Generation dar.

Die Entwicklung von autonomen Fahrzeugen erfordert einen umfassenden Systems-Engineering-Ansatz, bei dem eine domänenübergreifende Systemkonstruktion und eine umfassende Informationskontinuität („digitaler roter Faden“) sämtliche Prozesse verbinden. Die potenziellen Vorteile der erfolgreichen Entwicklung autonomer Fahrzeuge sind enorm, können jedoch nur von Unternehmen realisiert werden, die ein nie da gewesenes Entwicklungstempo und größte Agilität bei der Reaktion auf schnelle technologische und Marktentwicklungen unter Beweis stellen.



Entscheidende Herausforderungen der Entwicklung autonomer Fahrzeuge

Der Prozess des autonomen Fahrens

Die typischen Features von Fahrerassistenzsystemen (FAS) und autonomen Fahrzeugen (AF) erfordern im Wesentlichen drei Funktionen:

Fühlen

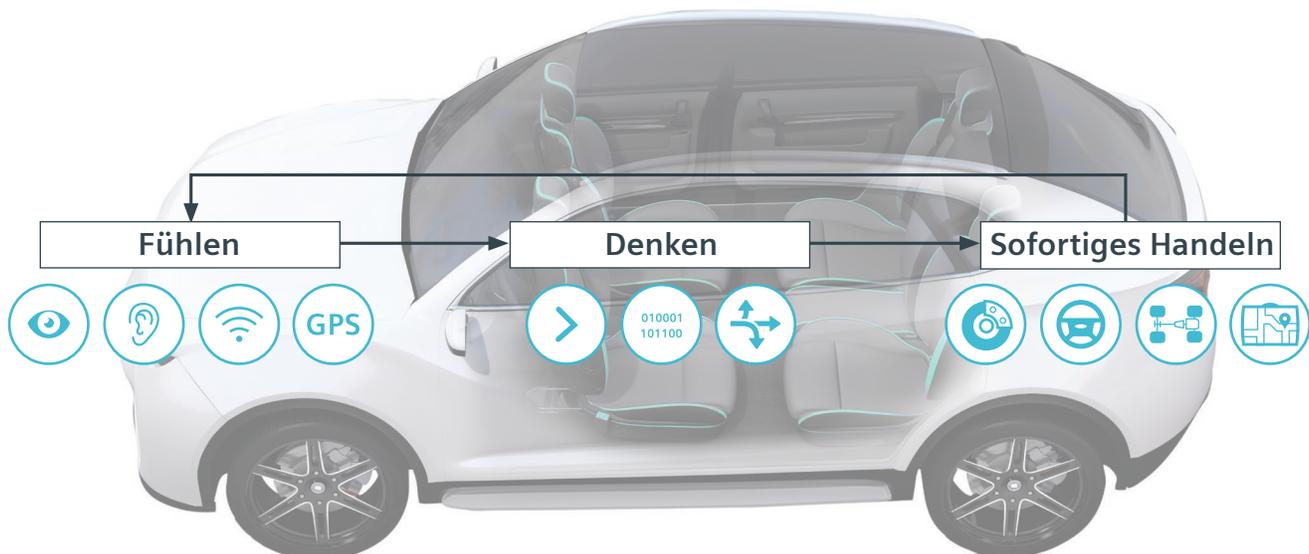
Autonome Fahrzeuge müssen ihre Umgebung verstehen, eine Fähigkeit, welche die Integration komplexer Sensoren erfordert. Im Jahr 2016 verfügten die führenden Fahrzeuge mit FAS im Durchschnitt über elf bordeigene Bildsensoren (Kameras, Radarsensoren und Lidar). Bei einem voll-autonomen Fahrzeug wird von mehr als 25 integrierten Bildsensoren ausgegangen. Der Markt für Bildsensoren wird daher in den kommenden zehn Jahren voraussichtlich um 800 Prozent, von 65 Millionen auf über 500 Millionen, wachsen.

Denken

Autonome Fahrzeuge müssen in der Lage sein, Sensordaten zusammenzuführen und im Rahmen der Szenarien in der jeweiligen Umgebung intelligent zu denken. Zur Umsetzung dieser Fähigkeit müssen die Unternehmen ausgeklügelte integrierte Schaltungen und Software entwickeln, welche die Mensch-Umgebungs-Schnittstelle durch eine bordeigene Entscheidungsunterstützung ersetzen, mit der das Fahrzeug seine Umgebung im 360-Grad-Winkel erfasst und versteht.

Sofortiges Handeln

Fahrzeuge müssen sicher, wiederholbar und zuverlässig reagieren, wobei komplexe Algorithmen die Lenk-, Beschleunigungs- und Bremsvorgänge steuern. Individuelle Chiplösungen sind unverzichtbar, um die komplexen Algorithmen für FAS und autonomes Fahren effizient ausführen zu können. Die Chiplösung muss effizient konstruiert und in die virtuelle Testumgebung integriert werden, um ihre Konformität zweifelsfrei zu gewährleisten. Die Zertifizierung dieses Verhaltens erfordert umfassende Tests, die enorme Mengen an Anwendungsfällen abdecken. Da Tests in diesem Umfang schlicht nicht durchführbar sind, machen diese komplexen Probleme einen neuen Produktentwicklungsansatz erforderlich.



Überdenken des traditionellen Entwicklungsprozesses

Zur Bewältigung der Herausforderungen bei der Entwicklung autonomer Fahrzeuge müssen Automobilunternehmen den traditionellen Produktentwicklungsprozess von den IT-Systemen bis hin zu den zugrunde liegenden Methodiken überdenken. Neue Fahrzeuglösungen auf traditionellen Systemen für das Product Lifecycle Management zu formulieren, ist nur eingeschränkt sinnvoll. Vielen Unternehmen ist bewusst, dass sich die schnelle Wertschöpfung oder die schnelleren Entwicklungszyklen, die Marktexperten erwarten, mit den traditionellen Entwicklungs- und Fertigungsansätzen nicht erreichen lassen. Daher bilden sie separate Einheiten, um schneller zu werden.

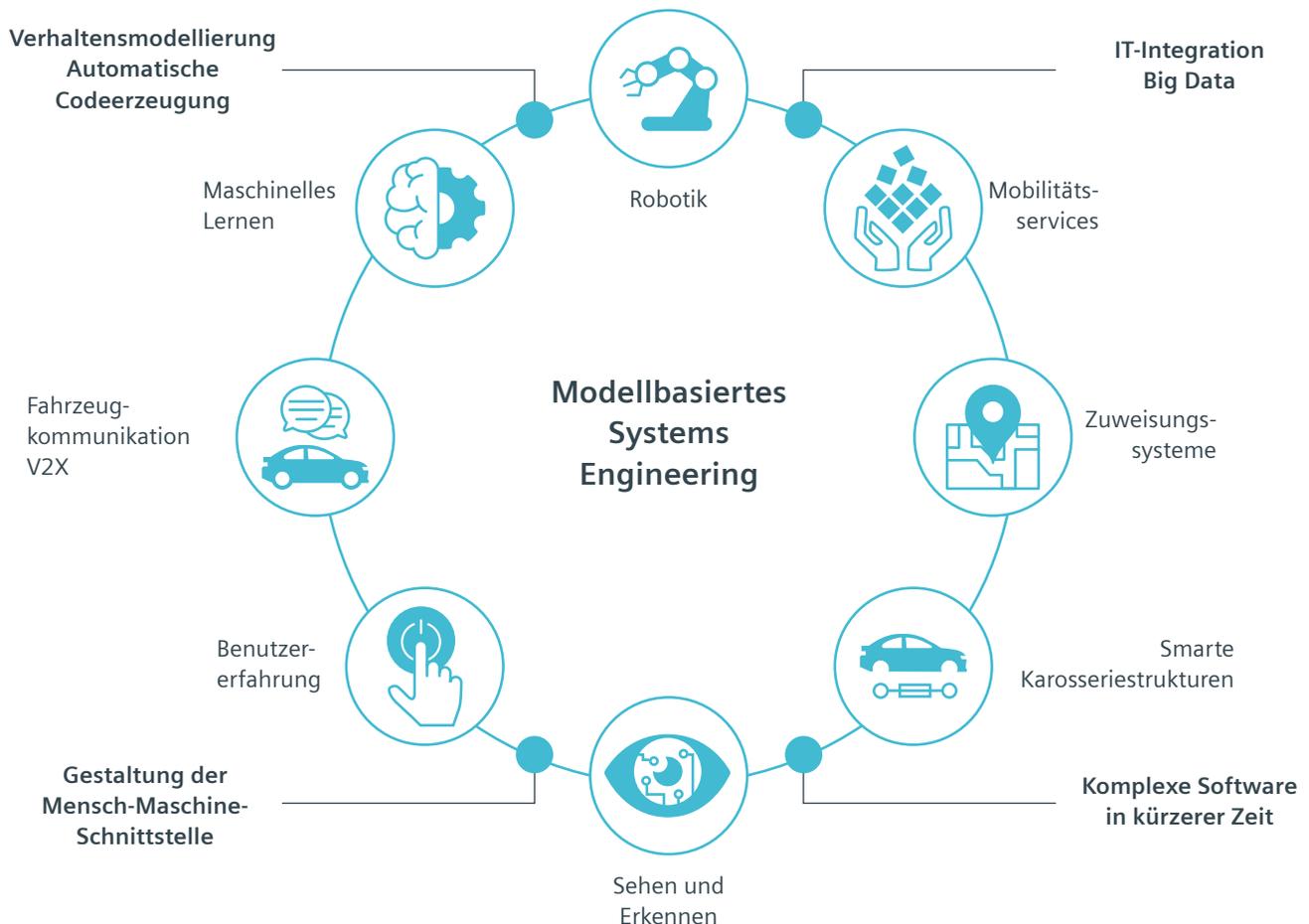
OEMs verfügen in der Regel über Plattformteams, die für das Fahrzeug, den Antriebsstrang und die wesentlichen Subsysteme einer Produktfamilie verantwortlich sind. Jetzt vollziehen sie einen Wandel und bilden neue Mobilitätsplattformteams, um Software und neue Services in das Fahrzeug zu integrieren. Diese Integration ist nicht Bestandteil traditioneller Entwicklungsprozesse, die aber auf die kommende Herausforderung ausgerichtet werden müssen.



Modellbasiertes Systems Engineering

Zur Entwicklung zukünftiger autonomer Fahrzeuge müssen die Unternehmen Methodiken für modellbasiertes Systems Engineering (Model Based Systems Engineering, MBSE) einführen. MBSE ist eine formalisierte Modellierungsanwendung, die Systemanforderungen, Analyse, Konstruktion sowie Validierungs- und Verifizierungsaktivitäten während der konzeptionellen Konstruktion und der Entwicklung sowie in späteren Phasen des Lebenszyklus unterstützt.

Der MBSE-Ansatz gibt Konstrukteuren die Möglichkeit, die erforderliche Komplexität und das Verhalten hoch entwickelter Echtzeitfunktionen für autonome Fahrzeuge zu erfassen. Er gewährt Entwicklungsteams einen Einblick in Interessens- oder Problembereiche und ermöglicht die eindeutige Kommunikation zwischen interessierten Parteien. Mehr denn je ist der MBSE-Ansatz heute erforderlich, um den komplexen, multidisziplinären und domänenübergreifenden Prozess der Entwicklung autonomer Fahrzeuge zu bewältigen, der eine präzise Koordination von Maschinenbau, Elektrotechnik und Elektronik sowie Software- und Steuerungsentwicklung erfordert.



MBSE bewältigt die richtungsweisende Verschiebung der Produktentwicklung zur Software als wichtigster Quelle für die Automobil-Innovation und integriert Steuerungs- und Elektriksysteme mit Prozessen für die Hardwareentwicklung. Automobilunternehmen können den Ansatz nutzen, um Sicherheit durch Konstruktion zu realisieren. Dies ist erforderlich, um so einerseits die Bedenken skeptischer Kunden auszuräumen und andererseits die Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Stabilität autonomer Fahrzeuge zu erfüllen, die noch nie so hoch waren. MBSE bietet durch die smarte Digitalisierung der virtuellen Simulation, die Millionen von Szenarien abdeckt, auch Unterstützung bei der Zertifizierung der Fahrtüchtigkeit autonomer Fahrzeuge. Alle diese Faktoren erfordern eine grundlegende Verlagerung hin zur Modellierung auf Systemebene und zur Simulation über Engineering-Domänen hinweg.

Die meisten Konstruktionsunternehmen aus dem Automobilbereich haben das MBSE noch nicht vollständig übernommen; sie arbeiten mit hybriden Ansätzen, bei denen dokumentenbasiertes und modellbasiertes Konstruieren koexistieren. Es ist wichtig, den Umfang der MBSE-Aktivitäten festzulegen. Diese sollten in einer früheren Phase des Prozesses genau definiert werden. Aus der Definition des Umfangs sollte explizit hervorgehen, was zum Umfang der MBSE-Aktivitäten zählt und was nicht. Festgelegt werden sollte außerdem Folgendes:

- Funktionen des Systems, die das MBSE-Modell erfasst bzw. nicht erfasst
- Form bzw. Komponenten, die modelliert bzw. nicht modelliert werden
- Organisationen, die einen Beitrag leisten bzw. von denen kein Beitrag erwartet wird

Entscheidend ist die Realisierung eines zuverlässigen digitalen roten Fadens, indem die Absicht der Konstruktionsdatenerfassung, das Verhalten und die Bereiche der Systeme über Konstruktions- und Organisationsdomänen hinweg verknüpft werden und Rückverfolgbarkeit von der Produktdefinition bis hin zur Konstruktion und über die Fertigung bis hin zum Verhalten der Fahrzeuge in der Praxis ermöglicht wird.



Digitale Innovationsplattform

Der MBSE-Digitalisierungsansatz von Siemens bringt die dringend erforderliche Produktentwicklung in unterschiedlichen Domänen – Mechanik, Elektrik, Elektronik, Steuerung und Software – mit Überlegungen zur Optimierung von Attributen wie Kosten, Qualität, Zuverlässigkeit und Fertigungstauglichkeit und mehr zusammen.

Siemens bietet ein umfassendes Instrumentarium auf einer Engineering-Plattform, das Mechanik-, Elektrik-, Elektronik- und Steuerungs-Domänen einbezieht, wobei das Product Lifecycle Management als Grundlage für das MBSE dient. Die Plattform umfasst weiterhin ein konsistentes Prozess-Framework für das Systems Engineering über alle Entwicklungsdomänen hinweg. Hierzu gehört auch eine integrierte Definition des Produkts. Die digitale Innovationsplattform vereint das gesamte domänenübergreifende Wissen und macht es autorisierten Benutzern, unabhängig von Organisation und geografischem Standort, zugänglich. Die Plattform fördert Innovationen, indem sie bereichsübergreifenden Engineering-Teams die Möglichkeit bietet, zu Beginn und während des gesamten Lebenszyklus autonomer Fahrzeuge integriert zu arbeiten.

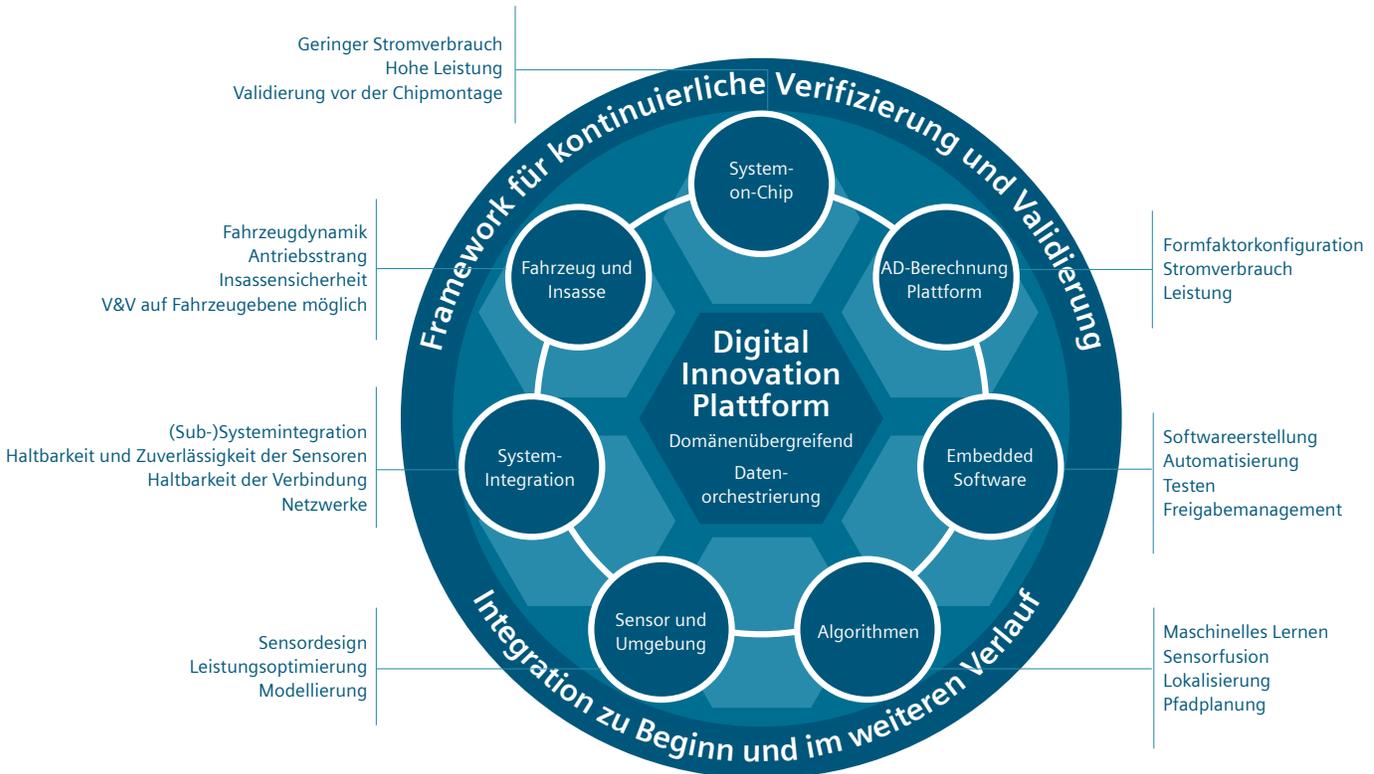
Wichtige Grundvoraussetzungen der digitalen Innovationsplattform mit MBSE-Ansatz sind:

- Disziplinübergreifendes Orchestrieren von Prozessen und Änderungen zum Verwalten und Koordinieren aller MBSE-Daten und -Prozesse für Fahrerassistenzsysteme.
- Bereichsübergreifende Verfolgbarkeit und Konfiguration – Die Innovationsplattform integriert Werkzeuge und Prozesse für die Entwicklung autonomer Fahrzeuge mit vollständiger, domänenübergreifender Verfolgbarkeit und Konfiguration von Mechanik und Physik über Elektronik und Elektrik bis hin zu Software und Steuerungen.
- Anforderungsmanagement, Verifizierung und Validierung kommunizieren die Anforderungen über alle Quellen – Bestimmungen, Industriestandards, Marktanforderungen, vertragliche Verpflichtungen und Konsumentenerwartungen – hinweg und führen die Teams so durch die Entwicklung von Fahrzeuglösungen der nächsten Generation. Unternehmen können Domänen oder Funktionen Anforderungen zuweisen. Dadurch wird die Sichtbarkeit und Verantwortlichkeit für die Entscheidungsfindung bis hin zur Verifizierung und Validierung mit Rückführung zur Konstruktion gewährleistet.

- Funktions- und Systemmodellierung – umfassende Werkzeuge für die Modellierung von Produktarchitekturen und Systemen. Die Umgebung für die Systemmodellierung erfasst und organisiert Systemfunktionen und logische Elemente und setzt sie zueinander in Beziehung. Dadurch entsteht eine zusammenhängende Sicht, die den Zusammenhang zwischen den Elementen deutlich macht.
- Validierung und Verifizierung – Da eine physische Validierung von autonomen Fahrzeugen mit Test-szenarien im Umfang von Milliarden von Kilometern praktisch nicht durchführbar oder unmöglich ist, müssen die Tests größtenteils virtualisiert werden, um das für AV-Systeme erforderliche Vertrauensniveau zu erreichen. Virtualisierung und Digitalisierung sind auch bei den kontinuierlichen und regressiven Änderungen und Verbesserungen der komplexen Steuerungsalgorithmen von Nutzen, die zum Entwerfen komplexer AV-Systeme erforderlich sind. Die Innovationsplattform von Siemens unterstützt die kontinuierliche Validierung und Verifizierung während des gesamten Systementwicklungs-Lebenszyklus, der Planung und Realisierung steuert. Von der Dekomposition der Anforderungen und der Erstellung der Systemspezifikationen bis zur Integration und Dekomposition der Funktionen und ihrer Validierung bieten die Lösungen von Siemens hoch entwickelte Werkzeuge, um die Entwicklung basierend auf den Anforderungen zu verifizieren, um zu validieren, ob die Konstruktionen die realen und Benutzeranforderungen erfüllen, und um Validierungs- und Verifizierungsprozesse zu verwalten.
- Physik und Maschinenbau – Computer-Aided Design, Engineering und Fertigung sowie ein Portfolio von Simulationslösungen bieten führende Technologien zum Entwerfen, Optimieren und Konstruieren der mechanischen und physischen Aspekte von AV-Systemen. Diese Lösungen lassen sich nahtlos in die Produktinnovationsplattform integrieren und haben sich bei OEMs und Lieferanten in der Automobilindustrie im breiten Einsatz bewährt.
- Elektrotechnik und Elektronik – Für die Konstruktion von Fahrzeugelektronik, elektrischen Systemen und Kommunikationsnetzwerken verfügt die Innovationsplattform über Lösungen zur Konstruktion von Leiterplatten (PCBs), Automobilsystemen und Netzwerken, für Validierung und Tests, eingebettete Software und die Konstruktion von elektrischen Systemen und Kabelbäumen. Diese Lösungen ermöglichen eine Optimierung der Elektroarchitektur für verteilte Software-Implementierungen mit Berücksichtigung von funktionellen Redundanzen für Absicherung, Netzwerkbandbreite und Überlastung, Signal-/Schnittstellen-Latenz, CPU-Auslastung, „Wire Content“ und mehr. Mithilfe dieser Funktionen können auch eine Hardwarekonsolidierung und Optimierungen der Softwarefunktionen für mehrere Varianten von Fahrzeugmodellen durchgeführt werden, um Einsparungen bei Konstruktions- und Komponentenkosten sowie hinsichtlich des Zeitaufwands zu erzielen. Die Werkzeuge sind in das Product Lifecycle Management integriert und unterstützen die organisations- und domänenübergreifende Zusammenarbeit.
- Software- und Steuerungsentwicklung – Autonome Fahrzeuge sind Mechatroniksysteme mit umfangreicher Software, in die mehr als hundert über verschiedene Netzwerke verbundene elektronische Steuereinheiten eingebunden sind. Autonomes Fahren erfordert Softwareimplementierungen, die in der Automobilindustrie zu den komplexesten ihrer Art zählen, und Sensorinformationen, Verkehrsdaten aus der Cloud sowie von anderen Fahrzeugen oder der Infrastruktur übertragene Daten zusammenführen. In die digitale Innovationsplattform müssen folgende Lösungen eingebunden werden: Lösungen zur Unterstützung eines virtuellen Konstruktions-, Verifizierungs- und Validierungsprozesses (einschließlich Anwendungslebenszyklusmanagement für die Softwareentwicklung), Lösungen zur Entwicklung von eingebetteter Software für testbasierte Softwaremodellierung und -codierung sowie eingebettete Betriebssysteme und autonome Plattformen zur Berechnungsentwicklung.

Fazit

Die Entwicklung autonomer Fahrzeuge erfordert ein umfassendes Portfolio integrierter Lösungen für das modellbasierte Systems Engineering und eine digitale Innovationsplattform, die eine Vielzahl von Entwicklungsaufgaben – von der Entwicklung von Ein-Chip-Systemen über die Systemintegration von Elektrik, Software und Hardware bis hin zu Simulationen auf Fahrzeug- und Insassenebene – umfasst.



Siemens Digital Industries Software

Hauptsitz

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 972 987 3000

Nord-, Mittel- und Südamerika

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 314 264 8499

Europa

Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD
+44 (0) 1276 413200

Asien-Pazifik

Unit 901-902, 9/F
Tower B, Manulife Financial Centre
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
+852 2230 3333

Über Siemens Digital Industries Software

Siemens Digital Industries Software, eine Business Unit von Siemens Digital Industries, ist ein weltweit führender Anbieter von Softwarelösungen, die den digitalen Wandel der Industrie vorantreiben und neue Möglichkeiten für Hersteller schaffen, Innovationen umzusetzen. Mit Hauptsitz in Plano, Texas, und mehr als 140.000 Kunden in aller Welt arbeiten wir mit Unternehmen jeder Größe zusammen, um die Art und Weise zu verändern, wie Ideen realisiert, Produkte und Anlagen entwickelt und sinnvoll eingesetzt werden. Weitere Informationen über unsere Produkte und Dienstleistungen finden Sie unter [siemens.com/plm](https://www.siemens.com/plm).

[siemens.com/plm](https://www.siemens.com/plm)

Restricted © Siemens 2019. Siemens, das Siemens-Logo und SIMATIC IT sind eingetragene Marken der Siemens AG. Camstar, D-Cubed, Femap, Fibersim, Geolus, GO PLM, I-deas, JT, NX, Parasolid, Polarion, Simcenter, Solid Edge, Synchrofit, Teamcenter und Tecnomatix sind Marken oder eingetragene Marken der Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. oder ihrer Niederlassungen oder angeschlossener Unternehmen in den USA und in anderen Ländern. Alle anderen Marken, eingetragenen Marken oder Dienstleistungsmarken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

31354-82108-C4-DE 6/20 LOC