

## Kurzdarstellung

Das Rennen um autonome Fahrzeuge führt zu einem Umbruch in der Automobilindustrie. Vorhersagen des Technologieanalyseunternehmens IHS Markit zufolge wird der weltweite Gesamtumsatz mit selbstfahrenden Fahrzeugen von 2025 bis 2040 von nicht ganz 600.000 auf 33 Millionen Einheiten jährlich steigen.<sup>1</sup>

Piyush Karkare Director, Global Automotive Industry Solutions Siemens Digital Industries Software

## Inhalt

Einführung	3
Vom Umbruch zur Chance	4
Umbau zum digitalen Unternehmen	5
Eine komplette Umgebung für die Entwicklung autonomer Systeme	7
Abstimmen von Produktentwicklung und Softwareentwicklung	9
Einheitliches ALM	10
Verwalten der Produkt- und Softwarelebenszyklen mit ALM und PLM	.11
Zusammenfassung	12
Referenzen	12

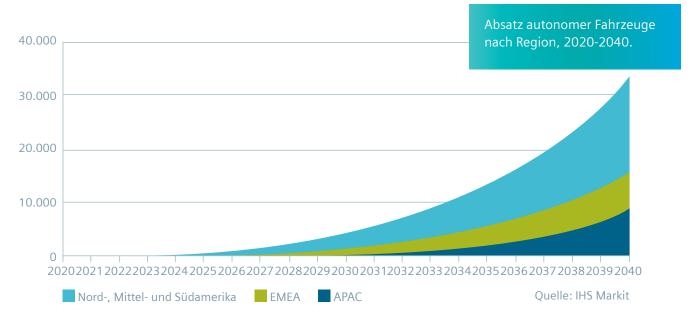
## Einführung

Autonome Fahrzeuge werden unsere Beziehung zu Fahrzeugen grundlegend verändern. Im Jahr 2017 berichtete das *Wall Street Journal*, dass Ridesharing und selbstfahrende Fahrzeuge das Modell des Fahrzeugeigentums komplett auf den Kopf stellen.<sup>2</sup> Der *New York Times* zufolge werden autonome Fahrzeuge die Erwartungen der Passagiere verändern und sich zum "Wohnzimmer auf Rädern" entwickeln, einem Raum für intelligente Mobilität, der Menschen und Informationen zusammenführt.<sup>3</sup> In einem 2017 im Magazin *IEEE Computer* veröffentlichten Artikel wird prognostiziert, dass es 2040 ausschließlich fahrerlose Fahrzeuge geben und eventuell sogar das Fahren auf öffentlichen Straßen für Menschen untersagt wird.<sup>4</sup>

Autonome Fahrzeuge sind keine neue Idee. Schon 1956 präsentierte General Motors (GM) bei seiner Automobilausstellung Motorama einen Film<sup>5</sup>, der für das in ferner Zukunft liegende Jahr 1976 eine Vision mit fahrerlosen Fahrzeugen zeichnet. Bei verschiedenen Technologien laufen die jüngsten Entwicklungen zusammen und lassen autonome Fahrzeuge Wirklichkeit werden. Dazu zählen künstliche Intelligenz, Elektrifizierung, Sensoren, Big Data, Konnektivität und Cloud Computing. Alle diese Technologien haben eine gemeinsame Komponente – Software. Software macht diese Technologien interessant

und verleiht ihnen das Potenzial zur Umgestaltung. Ihre Integration in autonome Fahrzeuge ermöglicht zudem enorme Komplexität. Das Beherrschen dieser Komplexität setzt ein straffes Management der Systeme von Systemen voraus. Angesichts eines Volumens von mehreren Millionen Codezeilen sind Unternehmen ohne hervorragende Organisation nicht überlebensfähig und müssen sich zu gut koordinierten digitalen Unternehmen wandeln.

Die wachsenden Herausforderungen machen es außerdem erforderlich, dass die Unternehmen neue Kompetenzen in technologischen Wachstumsbereichen rund um Sensoren, Elektronik und Software erwerben. Einem Bericht von McKinsey & Company aus dem Jahr 2017 zufolge liefern Innovationen im Hardwarebereich die erforderliche Rechenleistung, während die Software ein kritisches Problem bleibt.<sup>6</sup> Im Jahr 2016 schätzte Akio Toyoda, President and CEO von Toyota, das erforderliche Testvolumen, bis seine autonomen Fahrzeuge für Kunden verfügbar sind, auf rund 14,2 Milliarden Kilometer.<sup>7</sup> Die Unternehmensberatung Roland Berger geht davon aus, dass die Designvalidierung voraussichtlich eines der größten, wenn nicht das größte Kostenelement der Entwicklung automatisierter Systeme darstellen wird.<sup>8</sup>



## Vom Umbruch zur Chance

Führungskräfte in der Automobilbranche sind sich der Herausforderungen bewusst, die mit der Entwicklung autonomer Fahrzeuge verbunden sind, und sind bestrebt, sie in Geschäftschancen zu verwandeln. Die Forderung der Verbraucher nach Produktdifferenzierung machen sich die Automobilunternehmen zunutze, um durch Differenzierung einen Wettbewerbsvorteil und Umsatzsteigerungen zu erzielen. Sie entwickeln innovative, zukunftsweisende Funktionen, optimieren Sicherheit, Zuverlässigkeit, Qualität und Leistung und erweitern Liefermöglichkeiten und Einblicke im Zusammenhang mit dem Aftermarket. Die Abdeckung der Markt- und Verbrauchernachfrage in einem sich schnell wandelnden Umfeld dürfte für viele dieser Unternehmen zu einem schwierigen Unterfangen werden. Eine kritische Masse an Kundenvertrauen in autonome Fahrzeuge zu erreichen, ist nicht einfach. Kompatibilität und Standards spielen bei der Integration von Lieferantenkomponenten eine wichtige Rolle. Dies gilt vor allem bei Software, auf die ein Großteil der Innovationen entfällt. Konnektivität mit Sicherheit, einschließlich Cybersicherheit, sind entscheidend. Wenn die Funktionalität in so hohem Maße von externen Systemen abhängig ist, wird es für die Hersteller zum Problem, den Schutz ihrer Fahrzeuge zu gewährleisten. Es ist schwierig, eine Fahrzeugzertifizierung basierend auf noch nicht formulierten Vorschriften durchzuführen, vor allem da die Produkthaftung jetzt zu 100 Prozent beim Hersteller liegt. Für viele Unternehmen ist dies unbekanntes Terrain. Doch der potenzielle Nutzen ist riesig und wer früher in den Markt eintritt, kann den Nutzen abschöpfen. Daher müssen die Unternehmen schnell, sehr schnell handeln.

Der Automotive Aftermarket durchläuft eine revolutionäre Transformation. Automobilunternehmen müssen nicht nur mit tief greifenden Änderungen bei Produkten und Leistungen fertig werden, sondern diese auch finanziell nutzbar machen. Regulatorische Änderungen machen

es erforderlich, dass Unternehmen Probleme schneller finden und beheben und außerdem Rückrufe schneller veranlassen. Da die meisten neuen und geänderten Funktionen auf innovativen Softwarekomponenten basieren, sind eine höchstintensive Zusammenarbeit, Wiederverwendung und Verfolgbarkeit über alle Entwicklungsaktivitäten hinweg unerlässlich geworden.

"Um diese einschneidende Veränderung zu bewältigen und von der digitalen Ära zu profitieren, müssen sich etablierte Unternehmen zu digitalen Unternehmen wandeln und jeden Aspekt ihres Geschäfts überdenken."

Weltwirtschaftsforum 2016

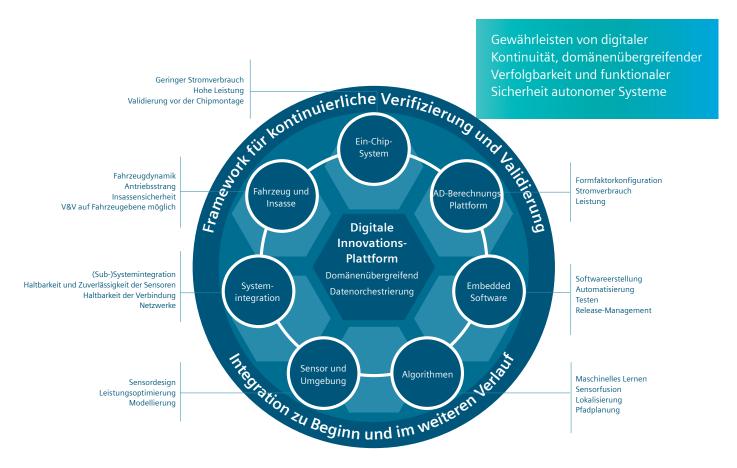
Darüber hinaus verlangt die Komplexität des Produktentwicklungsprozesses für autonome Fahrzeuge einen nie da gewesenen Grad an betrieblicher Exzellenz und Effizienz, damit mehr Produkte in kürzerer Zeit mit mehr Personal hergestellt werden können. Die meisten Erstausrüster und Lieferanten, die mit daran arbeiten, autonome Fahrzeuge auf die Straße zu bringen, stellen ihr Innovationsmodell um und binden die traditionelle IT in die Fahrzeugentwicklung ein. Einige stellen die IT sogar an die Spitze ihrer gesamten Innovationstätigkeit und verbinden autonome Fahrzeuge mit intelligenten Mobilitätsdiensten und Verkehrsvernetzung (Vehicle-to-Everything-Kommunikation, V2X). Unternehmen, die ihre Lieferkette effektiver verwalten, werden mit neuen Chancen belohnt. Die explosionsartige Zunahme von Software-Inhalten in autonomen Fahrzeugen fordert Erstausrüster, Lieferanten und alle Akteure auf dem Aftermarket heraus.

## Umbau zum digitalen Unternehmen

Im Mittelpunkt der Entwicklung eines Unternehmens zum digitalen Unternehmen steht das strategische Engagement für eine digitale Transformation. Dieses Engagement umspannt die gesamte Wertschöpfungskette des Automobilunternehmens einschließlich der Lieferanten. Wichtigste Voraussetzung für diese Transformation ist ein integriertes Portfolio aus industrieller Software und Automatisierung. Auf dieser Grundlage können Unternehmen digitale Zwillinge erstellen – digitale Repliken von Produkten, Prozessen und Systemen –, die während des gesamten Produktlebenszyklus, von der ersten Idee, über Umsetzung und Nutzung eingesetzt werden können.

Der digitale Zwilling des Produkts wird bei der Definition und Konstruktion eines neuen Produkts erstellt und ermöglicht die Simulation und Validierung von Produkten einschließlich Mechanik, Multiphysik, Elektronik und Softwaremanagement. Der digitale Zwilling der Produktion ermöglicht die Planung, Simulation und Optimierung der Produktion, einschließlich der Erzeugung des Programmcodes für speicherprogrammierbare Steuerungen und der virtuellen Inbetriebnahme. Der digitale Zwilling der Leistung wird kontinuierlich mit Produktdaten und Daten der Produktionsanlagen aus der realen Welt gespeist. Dadurch werden neue Einblicke gewonnen und es entsteht ein geschlossener Entscheidungskreislauf, der die Optimierung von Produkt und Produktion ermöglicht.

Der Übergang von Automatisierungssilos und sequentiellen Prozessen zu agilen, parallelen Prozessen durch Digitalisierung führt zu einem beachtlichen Produktivitätsgewinn. In einer von Siemens durchgeführten Studie wird der potenzielle Produktivitätsgewinn, der sich bis 2025 aus der globalen Digitalisierung ergibt, auf 6,3 bis 9,8 Prozent des Jahresumsatzes geschätzt.



Die digitale Innovationsplattform von Siemens bietet umfassende Lösungen für die Entwicklung autonomer Fahrzeuge an, zum Beispiel:

- Energiesparende Entwicklung von hochleistungsfähigen Ein-Chip-Systemen mit Validierung vor der Chipmontage
- Emulation der Rechenplattform für autonomes Fahren mit Formfaktorkonfiguration für Sensorfusion und geringem Stromverbrauch
- Entwickeln von Embedded Software, Automatisierung, Tests und Freigabemanagement
- Steuerungsalgorithmen für maschinelles Lernen, Sensorfusion und Pfadplanung

- Sensorentwicklung für das Automotive-Umfeld und Leistungsoptimierungen
- Integrieren von komplexen elektrischen Subsystemen unter Berücksichtigung von Haltbarkeit und Zuverlässigkeit der Sensoren
- Optimieren elektrischer/elektronischer (EE)
  Fahrzeugarchitekturen für verteilte Software und Netzwerkkommunikation
- Validieren und Verifizieren autonomer Systeme auf Fahrzeug- und Insassenebene mit virtuellen Umgebungen, die mithilfe digitaler Zwillinge Millionen von realen Szenarios erzeugen, um bei regressiven Tests und Tests zu seltenen sicherheitskritischen Ereignissen eine entsprechende Abdeckung zu gewährleisten



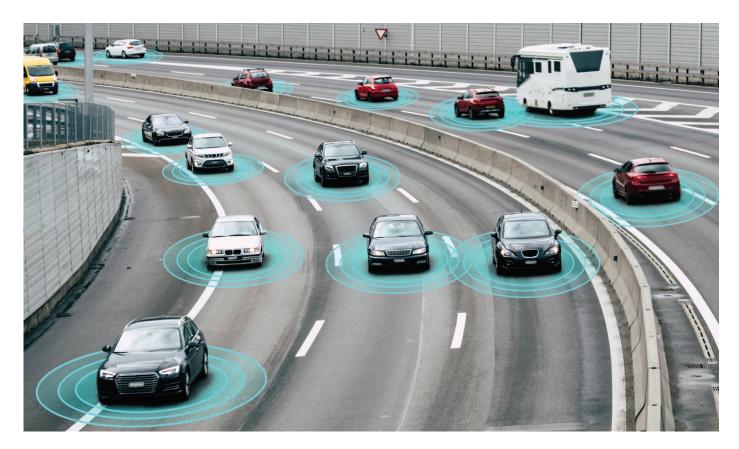
# Eine komplette Umgebung für die Entwicklung autonomer Systeme

Mit Lösungen von Siemens wird eine domänenübergreifende, integrierte Systems Engineering-Umgebung zum Entwickeln selbstfahrender Fahrzeuge realisiert. Der Schlüssel für die Herausforderungen bei der Entwicklung autonomer Fahrzeuge ist eine Engineering-Umgebung, in der die Prozesse für Hardwareentwicklung (einschließlich Maschinenbau und Elektrotechnik/ Elektronik) und Softwareentwicklung integriert werden.

Die digitale Innovationsplattform von Siemens umfasst Werkzeuge und eine Umgebung, die Integration und Unabhängigkeit im erforderlichen Umfang gewährleisten. Die Offenheit dieser Plattform macht es möglich, die Anforderungen autonomer Fahrzeuge und Engineering-Einschränkungen zu erfassen und gemeinsam eine gemeinsame Fahrzeugarchitektur für Hardware- und Software Engineering-Teams zu erstellen.

Mit einer solchen Plattform können die Teams die erforderliche physische Plattform erstellen und sie mit der EE-Plattform (Elektrik/Elektronik) und der Software-komponentenarchitektur integrieren. Auf dieser Grundlage lassen sich Überlegungen anstellen und Vergleichsstudien durchführen, um zu einem robusten, sicheren und zuverlässigen virtuellen Fahrersystem für autonome Fahrzeuge zu gelangen.

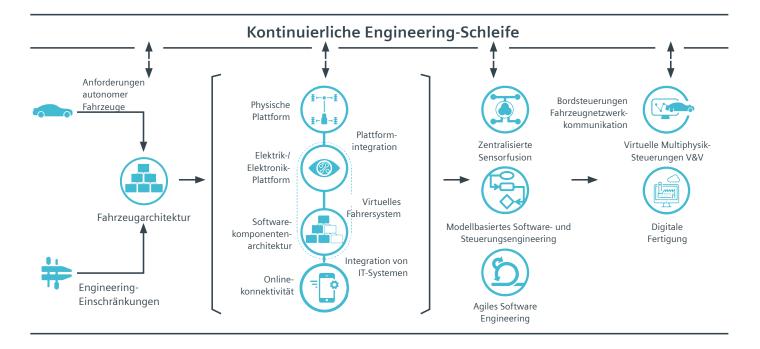
Während im Rahmen von IT-Systemen Web-Services für Kundengeschäftsmodelle, zum Beispiel multimodale Mobilität, Flottenmanagement und -diagnose, autonome Paketzustellung und sonstige zur Integration mit Fahrzeugsystemen gedachte Anwendungen entwickelt werden, gibt die Fahrzeugarchitektur den Fahrzeugteams mit entsprechenden Engineering-Ansichten die Möglichkeit, zusammenzuarbeiten und die Software-



anwendungsentwicklung und Fahrzeugsysteme zu integrieren. Aufgrund dieser Integration können Hardware- und Softwareteams gemeinsam wichtige Elemente des autonomen Fahrens entwickeln, wie intelligente Bordsysteme, effektive und sichere Netzwerkkommunikation und zentralisierte Sensorfusion. Dabei wird ein modellbasierter Engineeringansatz genutzt, um einerseits einen intelligenten roten Faden zu erstellen und andererseits eine stabile Kommunikation mit Lieferanten und eine agile Softwareentwicklung zu ermöglichen. Dieser Ablauf beinhaltet eine kontinuierliche Engineering-Schleife zum Integrieren der virtuellen Verifizierung und Validierung von Systemen an verschiedenen Meilen steinen und ermöglicht Abstraktionen der Hardware- und Softwareentwicklung. Die kontinuierliche Engineering-

Schleife ist erforderlich, damit Probleme und Fehler frühzeitig im Entwicklungsprozess erkannt und Fahrzeugmontage und -fertigung fehlerfrei durchgeführt werden können.

Mit einer integrierten digitalen Innovationsplattform steht Ingenieuren aus verschiedenen Domänen eine bewährte Lösung zur Verfügung, um nach Bedarf zusammenzuarbeiten. Darüber hinaus gewährleistet sie, falls erforderlich, die Verfolgbarkeit. Elektroingenieure arbeiten üblicherweise nicht mit Software Engineering-Werkzeugen (und umgekehrt). Daher können Ingenieure mit der digitalen Innovationsplattform bequem im eigenen Fachbereich arbeiten und der Plattform die Integration und Koordination des Gesamtdesigns über Aktivitäten und Domänen hinweg überlassen.



# Abstimmen von Produktentwicklung und Softwareentwicklung

Die typische Umgebung mit Produktentwicklungswerkzeugen ist nicht für die Anforderungen im Zusammenhang mit der Entwicklung autonomer Fahrzeuge geeignet. Die meisten Unternehmen setzen domänenspezifische Werkzeuge ein, zum Beispiel:

- Mechanische computergestützte Konstruktion, computergestützte Konstruktion und computergestützte Fertigung (MCAD/CAM/CAE)
- Elektrotechnik und Elektronikkonstruktion (EDA)
- Application Lifecycle Management (ALM) mit oder ohne Auswahl aufgabenspezifischer Softwareentwicklungswerkzeuge
- Product Lifecycle Management (PLM)

Der mangelnde Zusammenhalt und die mangelnde Integration über diese Werkzeuge hinweg führen dazu, dass mehrere Domänen nicht angebunden und abgestimmt werden. Dadurch werden Geschwindigkeit, Flexibilität, Qualität und Effizienz des Entwicklungsprozesses beeinträchtigt. Die isolierten Werkzeuge verursachen hohe Kosten durch späte Nacharbeit, Fahrzeugintegration und Gewährleistungsfälle.

Software ist bei der Entwicklung zum einen die wichtigste Innovationsquelle und zum anderen gleichzeitig der primäre Engpass – vor allem angesichts des großen Sprungs von ADAS zur Entwicklung autonomer Fahrzeuge. Somit wird die Integration der erforderlichen Softwareentwicklung über die optimierte elektrische Hardwarearchitektur hinweg für Sensorfusion sowie komplexe Steuerungen und Algorithmen unerlässlich. Da die Produktfunktion zunehmend von der Software bereitgestellt wird, wächst die Bedeutung der systemund modellbasierten Engineering-Methodiken und die Hersteller müssen die lose Koordination von mechanischer Konstruktion, Elektronik und Softwareentwicklung durch einen enger gefassten, systemorientierten Ansatz ersetzen. Unternehmen, die diesen Wechsel nicht vollziehen, müssen mit Schwierigkeiten im Wettbewerb rechnen.

## Einheitliches ALM

Anders als die entkoppelten Technologien heterogener Softwareentwicklungswerkzeuge – separate Systeme für Anforderungen, Qualitätssicherung, integrierte Entwicklungsumgebung, Konfigurations- und Freigabemanagement – sind beim einheitlichen ALM sämtliche Prozesse in einer integrierten Plattform zusammengefasst, die Anforderungen, Qualität und Test, Änderung, Aufgaben und Software-Builds verwaltet. Einheitliche

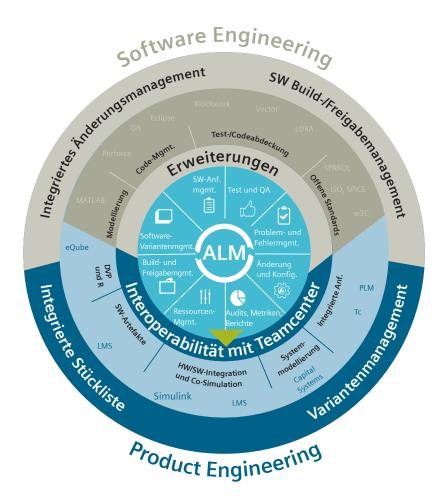
Systeme wie Polarion ALM umfassen Funktionen wie Verfolgbarkeit, agile Vorlagen und Methodiken sowie Zugriffs- und Versionsverwaltung, mit denen die Zyklen der Softwareentwicklung flexibel durchlaufen werden können, während Werkzeuge eine fließende, schnellen Änderungen unterworfene Entwicklung unterstützen und gleichzeitig mittels Projektkontrolle, Audits und Metriken die Transparenz gewährleisten.



## Verwalten der Produkt- und Softwarelebenszyklen mit ALM und PLM

Die Methoden zum Verwalten eines Produktlebenszyklus mit PLM und zum Verwalten des Lebenszyklus einer Softwareanwendung mit ALM weisen Gemeinsamkeiten auf. Sowohl PLM- als auch ALM-Systeme sind um einen integrierten Prozess und mehrere Kerndisziplinen herum aufgebaut, unterscheiden sich jedoch in wichtigen Punkten. Typische PLM-Systeme sind nicht ideal für die Komplexität und das Dateimanagement von Softwareentwicklungsprozessen geeignet. Dies gilt vor allem für iterative Entwicklungszyklen, wechselnde Anforderungen, Verfolgbarkeit und Beziehungen von Elementen und andere Besonderheiten. ALM-Werkzeuge wiederum sind für

die Verwaltung anderer Domänen der Produktentwicklung nicht gut geeignet. Die Lösung liegt in der Integration und Interoperabilität von PLM- und ALM-Lösungen. Entwickler autonomer Fahrzeuge nutzen sowohl ALM als auch PLM in einem integrierten Prozess, der allen Disziplinen und Entwicklungsprozessen die gemeinsame Verwendung und Verknüpfung von Hardware- und Softwareanforderungen sowie eine enge Zusammenarbeit durch den Aufbau domänenübergreifender Beziehungen ermöglicht. Die Teamcenter PLM Software und Polarion ALM von Siemens unterstützen diesen Ansatz.

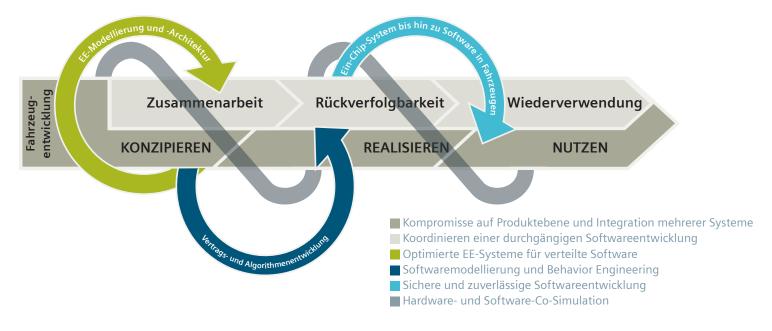


Autonome Fahrzeuge werden mit einer integrierten Kombination von ALM- und PLM-Technologien entwickelt, wobei die Domänen Software, Elektrik/Elektronik und Maschinenbau miteinander verknüpft sind.

## Zusammenfassung

Software ist eine kritische Komponente sämtlicher Technologien, die zusammen autonome Fahrzeuge möglich machen. Als primäre Quelle für Funktionen und Innovationen in den Fahrzeugen der Zukunft führt Software zu einem nie da gewesenen Maß an Komplexität, das eine digitale Transformation der Unternehmen erforderlich macht.

Die wachsende Fokussierung von Softwaresystemen auf autonome Fahrzeuge und die Zunahme entsprechender Inhalte erfordern einen Ansatz, der die Entwicklung elektrischer und elektronischer Systeme und die Softwaredomänen integriert. Mithilfe dieser integrierten Lösungen können EE-Systeme im Fahrzeug-Engineering für die stark verteilten Softwaresteuerungen optimiert werden, während die Softwaredomäne das modellbasierte Software Engineering nutzen und damit gewährleisten kann, dass Systemverhalten und zeitliche Aspekte erfasst werden. Diese Lösungen müssen die Entwicklung von Ein-Chip-Systemen mit Validierung vor der Chipmontage bis hin zu den fahrzeuginternen Software-Binärdateien auf einzelnen ECUs und mit kontinuierlicher Verifizierung und Validierung in einem geschlossenen Kreislauf abdecken, um zu gewährleisten, dass eine kontinuierliche Co-Simulation der EE-Hardware und -Software möglich ist.



## Referenzen

- "Autonomous Vehicle Sales to Surpass 33 Million Annually in 2040, Enabling New Autonomous Mobility in More Than 26 Percent of New Car Sales", IHS Markit, 2. Januar 2018: https://technology.ihs.com/599099/ autonomous-vehicle-sales-to-surpass-33-million-annually-in-2040enabling-new-autonomous-mobility-in-more-than-26-percent-of-newcar-sales-ihs-markit-says
- "The End of Car Ownership", Wall Street Journal, 20. Juni 2017: https:// www.wsj.com/articles/the-end-of-car-ownership-1498011001
- "Envisioning the Car of the Future as a Living Room on Wheels", New York Times, 15. Juni 2017: https://www.nytimes.com/2017/06/15/ automobiles/wheels/driverless-cars-interior.html
- "Computer, Drive My Car!", Computer, 2017, Band 50, Ausgabe Nr. 1 – Januar: https://www.computer.org/csdl/mags/co/2017/01/ mco2017010008.html

- "Explore GM's Insane Vision Of Autonomous Driving From The 1950s" https://jalopnik.com/
- explore-gms-insane-vision-of-autonomous-driving-from-th-1704535387
- "Self-driving car technology: When will the robots hit the road?", McKinsey & Company, Mai 2017: https://www. mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/ our-insightsself-driving-car-technology-when-will-the-robots-hit-the-road
- "Toyota says its autonomous cars need 8.8 billion miles of testing before they're a thing", David Gluckman, AutoBlog, 29. September 2017: www.autoblog.com/2016/09/29/ toyota-autonomous-cars-need-8-8-billion-miles-testing/
- "Autonomous Driving", Roland Berger, 2014: https://www.rolandberger. com/publications/publication\_pdf/roland\_berger\_tab\_autonomous\_ driving.pdf

### **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, Hongkong +852 2230 3333

#### Über Siemens Digital Industries Software

Siemens Digital Industries Software fördert die Transformation von Unternehmen auf ihrem Weg in Richtung "Digital Enterprise", in dem Engineering, Fertigung und Elektronikdesign bereits heute den Anforderungen der Zukunft entsprechen. Unsere Lösungen unterstützen Unternehmen jeder Größe bei der Entwicklung digitaler Zwillinge, die ihnen neue Einblicke, Möglichkeiten und Automatisierungsgrade bieten, um Innovationen voranzutreiben. Weitere Informationen über die Produkte und Leistungen von Siemens Digital Industries Software finden Sie unter <a href="www.sw.siemens.com">www.sw.siemens.com</a> oder folgen Sie uns über <a href="LinkedIn">LinkedIn</a>, <a href="Twitter">Twitter</a>, <a href="Facebook">Facebook</a> und <a href="Instagram">Instagram</a>. Siemens Digital Industries Software – Where today meets tomorrow.

#### www.sw.siemens.com

© 2018 Siemens. Eine Liste wichtiger Warenzeichen von Siemens findet sich <u>hier</u>. Alle anderen Marken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

31355-82139-C9-DE 6/20 LOC