

Gemeinsam schneller Die neue Formel für Produkt- entstehung

Software-defined Products (SdP), künstliche Intelligenz und digitale Zwillinge haben das Zeug, die industrielle Fertigung grundlegend zu verändern. Doch nur gemeinsam entwickelte Standards und der intensive Austausch im Rahmen der vorwettbewerblichen Zusammenarbeit ermöglichen den Durchbruch dabei.



52 Monate oder 120 Wochen? So unterschiedlich sind die Entwicklungszeiten in der europäischen und chinesischen Automobilindustrie. Die Diskrepanz ist überdeutlich, jedoch ist sie nur eine Momentaufnahme im Rennen um Marktanteile. Die Nase vorn haben werden in Zukunft diejenigen, die neue Technologien auf Basis von Ansätzen wie Software-defined Products oder Agentic AI für sich zu nutzen wissen, die gleichzeitig aber auch die Art und Weise, wie mit Partnern zusammengearbeitet wird, kritisch hinterfragen und weiterentwickeln.

Genau diese vorwettbewerbliche Zusammenarbeit organisiert der prostep ivip Verein mit Sitz in Darmstadt. Die Organisation bringt führende Industrieunternehmen, IT-Systemanbieter und Forschungseinrichtungen zusammen, um Methoden und Prozessdesigns für künftige Produktplattformen zu entwickeln. Im Vorstand vertreten sind die weltweit tätigen Unternehmen Volkswagen, Airbus, AVL, Mazda, Unity sowie die Exzellenzuniversität TU Berlin – ein Beleg für die Relevanz und die internationale Strahlkraft der Handlungsempfehlungen.

Neue Prämissen

Der Schwerpunkt in der Produktentstehung hat sich in den vergangenen Jahren deutlich verschoben: Die Vorstellung von einem Produkt, dessen Wertbeiträge weitgehend von Hardware und elektrischen beziehungsweise elektronischen Komponenten kommen, ist einer Vorstellung gewichen, die Produkte in einem ganzheitlichen Kontext betrachtet – als Systeme und Teile von größeren Systemen (Systems of Systems, SoS). Produkte sind inzwischen in der Lage, aus sich selbst heraus mit ihrem Betriebsumfeld zu kommunizieren. Eine Konsequenz ist, dass die gegenwärtigen Architektur von Produktsystemen überdacht werden müssen, nicht zuletzt unter dem Aspekt von Nachhaltigkeit und neuen Geschäftschancen.

Plattform-Ansätze

Eine Schlüsselstrategie aus technologischer Sicht zur Umsetzung von SoS-Produkten ist die Plattformstrategie. Allerdings handelt es sich dabei nicht nur um eine einzige Plattformstrategie, sondern mindestens um zwei:

- eine kombinierte Hardware- und E/E-Plattform für die Entwicklung von mechanischen Komponenten, Systems-on-a-Chip, Sensorik und Controller
- eine Softwareplattform für die Bereitstellung von Middleware und Produktbetriebssystem

Die Funktionsentwicklung und deren Bereitstellung (Deployment) sollte cloudbasiert stattfinden, um beispielsweise Szenarien wie die Nutzung von Daten aus dem Betrieb und Over-the-Air-(OTA-)Updates von Funktionen verwirklichen und neue Geschäftsfelder erschließen zu können. Die ruft auch eine dedizierte Cloudstrategie auf den Plan.

Plattformstrategien bringen die Idee zum Ausdruck, dass eine vereinheitlichte technologische Basis für mehrere verschiedene Produktgruppen (Module, im Großanlagenbau: Skids) bereitgestellt wird. Nehmen wir die Automobilindustrie als Beispiel: Bisher kommen pro Fahrzeugtyp hundert oder mehr Steuergeräte zum Einsatz. Jedes davon kommt mit einer eigenen Embedded Software, APIs und teilweise unterschiedlichen Kommunikationsprotokollen daher. Ein Update auf das Fahrzeug aufspielen zu wollen, wird deshalb unweigerlich zum Risiko. Eine einheitliche Plattform, wie sie die „New Player“ eingeführt haben, einführt, schafft Abhilfe.

Die Fortschritte bei der Modularisierung – etwa in Hinsicht auf Chassis, Antriebsstrang und Infotainment – sind gerade in der Automobilindustrie beachtlich. So setzt der Volkswagen-Konzern auf MQB/MLB/SSP (modularer Quer-/Längsbaukasten/scalable Systems Plattform) für Fahrzeuge mit quer/längs eingebautem Motor, MEB (modularer Elektrifizierungsbaukasten) für Elektrofahrzeuge oder PPE (Premium Platform Electric) für Oberklassen-Elektrofahrzeuge von Porsche und Audi. Bei BMW gibt es CLAR (Cluster Architecture) für Verbrenner, Hybrid- und Elektroantriebe und bei Mercedes-Benz MRA (Modular Rear Architecture) für Fahrzeuge mit Hinterradantrieb beziehungsweise Allradantrieb. Auch asiatische Hersteller wie Hyundai (K-Plattform) oder Toyota (TNGA, Toyota New Global Architecture) verfolgen ähnliche Strategien (1).

Die produktübergreifende Verwendung von Modulen verspricht massive Kostenvorteile, gerade dann, wenn sich Skaleneffekte durch Standardisierung und Massenfertigung erschließen lassen. Gleichzeitig kann so die Qualität gesteigert werden. Es kann allerdings auch schiefgehen, was gerade der Stellantis-Konzern derzeit erleben muss: Ein technischer Fehler betrifft eine Vielzahl von Fahrzeugtypen und macht eine umfangreiche Rückrufaktion erforderlich (2).

Wichtig ist in jedem Fall, dass die verschiedenen Komponenten flexibel kombiniert wer-



„In einem Umfeld, in dem chinesische OEMs Fahrzeuge in 120 Wochen entwickeln, während wir in Europa bei 52 Monaten liegen, können wir uns keine isolierten Ansätze mehr leisten. Bei prostep ivip arbeiten wir gemeinsam an Methoden und Standards, die allen Mitgliedern helfen, schneller und effizienter zu werden. Diese vorwettbewerbliche Zusammenarbeit ist der Schlüssel, um international wettbewerbsfähig zu bleiben.“

Jens Poggenburg AVL,
Vorstandssprecher prostep ivip e. V.

Der Volkswagen-Konzern mit seiner Baukastenstrategie – von MQB über MEB bis SSP – kann nur dann erfolgreich sein, wenn die Zusammenarbeit mit unseren Partnern reibungslos funktioniert. Prostep ivip schafft genau diese Grundlage: Gemeinsame Standards und Prozesse helfen uns, die Partnerleistung im Engineering effizienter zu gestalten und unsere Time-to-Market signifikant zu verkürzen.“

Thomas Kamla, Volkswagen



den können und die Plattform offen für die Integration weiterer technischer Neuerungen ist. Gerade im Bereich von Fahrerassistenzsystemen (ADAS) ist das Streben nach Verbesserung enorm. Das hat Auswirkungen auf die Entwicklungsmethodik.

Stichwort ADAS: Infolge von Automatisierung und KI-basierter Assistenz werden die Produkte immer „intelligenter“, und ihre „Wahrnehmungsfähigkeit“ nimmt kontinuierlich zu. Kein Wunder also, dass der Markt für Advanced Driver Assistance Systems rasant wächst. Die Analysten MarketandMarkets beziffern dieses Segment für dieses Jahr auf 360 Millionen Einheiten und prognostizieren ein jährliches Wachstum von fast 9 Prozent. Für 2032 wird ein Verkauf von mehr als 650 Millionen Einheiten erwartet. Verantwortlich für diesen Erfolg zeichnen Fortschritte im Bereich des maschinellen Lernens, KI-Algorithmen und Sensorfusion. ADAS-Software wird stetig ausgefeilter – und günstiger –, sodass die Abhängigkeit von teurer Sensorik wie Radar und LiDAR verringert wird. Tesla beispielsweise setzt ausschließlich auf kostengünstige kamerabasierte Systeme (3).

Natürlich darf Cyber Security bei diesem ganzen Hype um Smart Products, Autonomous Acting und End-to-End-Prozessdesign nicht außer Acht gelassen werden. Hinzu kommt, dass vielen Betrieben, gerade im Umfeld des Maschinen- und Anlagenbaus oder in der Riege der Tier-2/-3-Lieferanten, Kenntnisse über moderne Softwareentwicklung und das Design von Produktarchitekturen fehlen (Stichwort „Systems Engineering“). Sie müssen unbedingt aufschließen.

„Software makes the World (Products) go round“

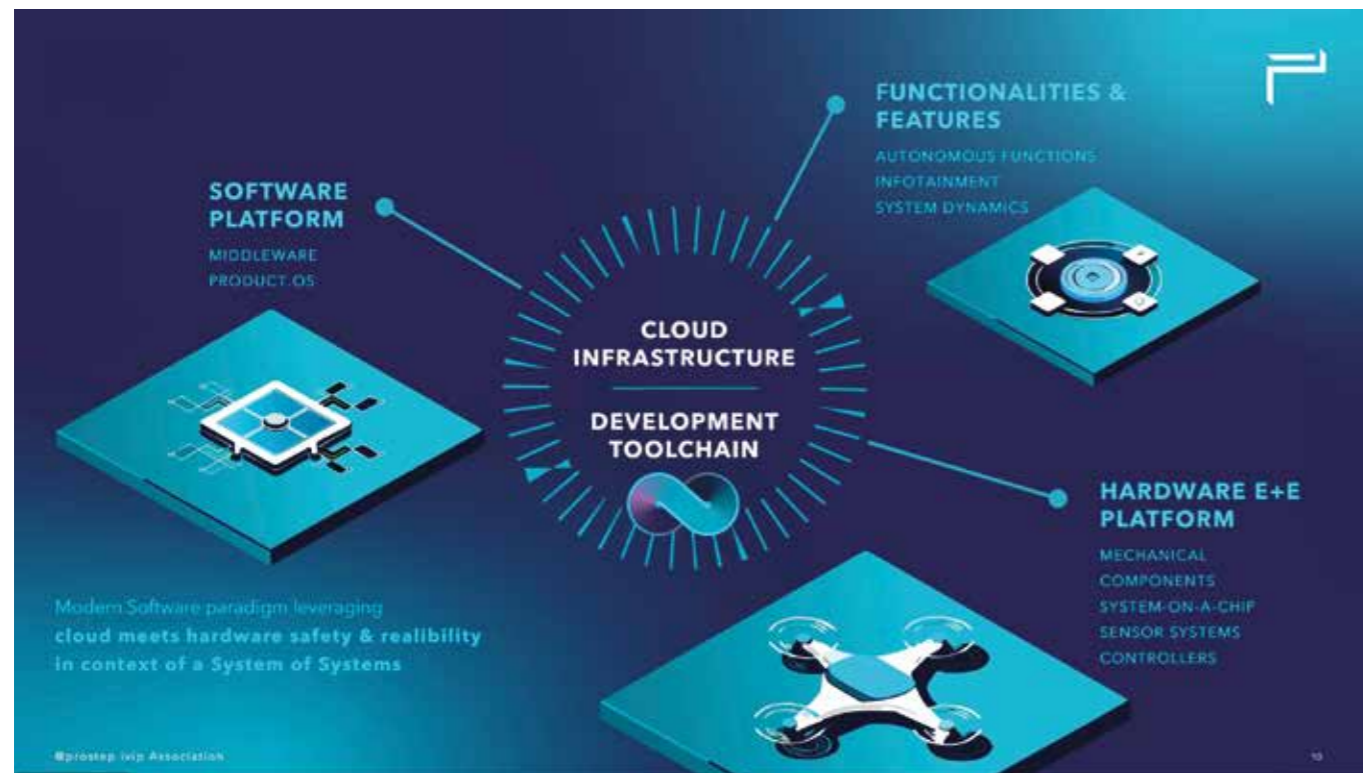
Während Plattformstrategien also bereits auf dem Vormarsch sind, herrscht bei der Umsetzung von SdP-Szenarien noch angespannte Ruhe (vor dem Sturm?). Immerhin hat der prostep ivip Verein eine industrietaugliche Strategie vorgestellt, die die Fusion von Model-based Systems Engineering (MBSE) und SdP zum Inhalt hat. Das ist sehr wichtig, wenn es darum geht, die unterschiedlichen Technologieplattformen enger aufeinander abzustimmen.

Ganz gleich, in welcher Branche – Maschinen, Anlagen, Fahrzeuge oder Flugzeuge – werden immer mehr über Software funktional ausgeprägt und modifiziert. Idealerweise ist dabei die Softwareentwicklung von der Hardware vollständig entkoppelt. Dadurch können die Erzeugnisse über OTA-Updates über ihren gesamten Lebenszyklus aktuell gehalten, angepasst und verbessert werden. Funktionen in physische Hardware gegossen, würden die Produkte schnell zu altem Eisen werden lassen. SdP drückt die Kosten und ermöglicht es, den Kunden über einen viel längeren Zeitraum mit Innovationen bei der Stange zu halten.

Wie passen nun MBSE und der SdP-Ansatz zusammen? Die erste bekannte Verwendung des Begriffs „Model-based Systems Engineering“ findet sich in dem gleichnamigen Buch von A. Wayne Wymore aus dem Jahr 1993. Das modellbasierte Systems Engineering nutzt for-

Software- und Hardware-Plattformen müssen intelligent verknüpft werden

Quelle: prostep ivip 2025



„Der Digital Thread bildet das digitale Rückgrat moderner Produktentstehung. Nur wenn wir jeden Entwicklungsschritt lückenlos dokumentieren und nachvollziehbar machen können, sind wir in der Lage, sicher Over-the-Air-Updates durchzuführen und regulatorische Anforderungen zu erfüllen. Der digitale Zwilling macht diese Rückverfolgbarkeit erst möglich.“

Professor Rainer Stark,
Technische Universität Berlin

malisierte Darstellungen von Systemen durch Modelle. MBSE wird häufig mit dokumentbasierten Ansätzen verglichen, bei denen die Systeminformationen in einer Vielzahl von Dokumenten in verschiedenen, nicht standardisierten Formaten vorliegen. MBSE konsolidiert derartige SE-Artefakte. Diese Systemmodelle werden in einer standardisierten Modellierungssprache wie Systems Modeling Language (SysML) ausgedrückt (4).

Das V-Modell ist fester Bestandteil des Systems Engineering. Es wurde entwickelt, um anhand eines sequenziellen Prozesses die nahtlose Integration von Anforderungsmanagement, Design und Tests zu gewährleisten, und betont die Bedeutung von Verifizierung, Validierung und Rückverfolgbarkeit der Designentscheidungen in jeder Entwicklungsphase. Im Gegensatz zu anderen Ansätzen wie dem Wasserfall- oder dem Agile-Modell bietet das V-Modell eine klare visuelle Darstellung des Entwicklungsprozesses und verknüpft jede Phase mit der korrespondierenden Testphase. Diese strukturierte Methodik gewährleistet eine vollständige Abdeckung des Anforderungslebenszyklus, reduziert Risiken und verbessert die Projektergebnisse in komplexen Systems-Engineering-Projekten (5).

Dematerialisierung der Produktentwicklung

Im Gegensatz zu MBSE als Methode (Wie-Ansatz) verfolgt SdP (Was-Ansatz) jedoch stringent die sogenannte Software-first-Strategie: Die Kernfunktionen des Produkts und die Produktarchitektur werden alle in Form von Software definiert. Hinzu kommt die Hardwareabstraktion: Es werden „Schichten“ im Produktbetriebssystem eingeführt, die die Software von der Hardware isolieren und die Bereitstellung der Software auf verschiedenen Hardwareplattformen ermöglichen. So wird ein Auto zu einem Computer auf Rädern – allerdings mit zusätzlichen Anforderungen unter anderem zu Safety. Dies reduziert die Abhängigkeit von speziellen Hardware-Designs und eröffnet die Möglichkeit, Produk-

„Das prostep ivip Symposium 2026 ist das Event-Highlight für alle, die an der Spitze der industriellen digitalen Transformation stehen wollen. Mit ‚Agentic AI and the Rise of Software-defined Industry‘ haben wir bewusst ein Thema gewählt, das die Zukunft unserer Branche prägen wird.“

Philipp Wibbing, UNITY



te auf standardisierter Hardware zu betreiben. Dies verlangt natürlich von Hardwareanbietern, etwa ADAS-Anbietern, ihre Geschäftsmodelle zu überdenken. SdP nutzt ebenfalls agile Projektmanagementmethoden, die eine iterative Entwicklung und verbesserte Synchronisierung mit der Hardwareentwicklung erlauben. Die Produkte werden konsequent so entwickelt, dass sie per Fernzugriff mit neuen Funktionen, Fehlerbehebungen und Leistungsverbesserungen über OTA-Software-Updates aktualisiert werden können.

Mentor für eine schnellere Produktentstehung

Für die Zusammenführung von MBSE und SdP setzt sich prostep ivip mit Nachdruck ein. Gemäß einer jüngst durchgeführten SdP-Studie hat der Verein sechs Initiativen hierzu auf den Weg gebracht:

1. Aktive Gestaltung der regulatorischen Rahmenbedingungen. Hierzu gehört die Schaffung eines umsetzungsfreundlichen regulatorischen Rahmens für die digitale Nachvollziehbarkeit und Safety/Security von softwaredefinierten Produkten.
2. Verbesserung der Zusammenarbeit über verschiedene Ökosysteme hinweg. Es geht um die Förderung einer effektiven Zusammenarbeit über verschiedene Kernkompetenzen (Software/Hardware DNA) hinweg und die Überwindung von IP-Einschränkungen in der Entwicklung von softwaredefinierten Funktionen.
3. Die Förderung der domänenübergreifenden Standardisierung und Harmonisierung. Dies betrifft unter anderem die Unterstützung der

Standardisierung von Datenformaten in softwaredefinierten Produkten.

4. Verbesserung von Prozessen, Methoden und Tools. Hierzu gehören Virtualisierungstechnologien, Interoperabilität und Langzeitarchivierung digitaler Zwillinge.
5. Bewältigung der Komplexität in SdPs durch die Förderung der digitalen Homologation.
6. Ausbildung zukünftiger Talente und Fähigkeiten. Dies umfasst zum Beispiel die regelmäßige Durchführung von SdP-Developer-Konferenzen.

Ein Ziel ist, die Kollaboration so effizient zu gestalten, dass neben den 30 Prozent Eigenleistung im Engineering der Automotive-OEMs die anderen 70 Prozent, die heute durch die Partner erbracht werden, um die Time to Market signifikant zu verkürzen. In anderen Branchen variieren die Anteile der Eigenleistungen in den jeweiligen Ökosystemen natürlich erheblich.

Der Handlungsbedarf ist, wie eingangs erwähnt, enorm. In Europa belaufen sich die mittleren Entwicklungszeiten in der Automobilindustrie von der Konzepterstellung bis zum Start of Production (SOP) auf rund 52 Monate. Chinesische Automotive-OEMs indes schaffen die Fahrzeugneuentwicklung innerhalb von 120 Wochen oder weniger (6).

Ergebnisse einer Studie zu Software-defined Products im Auftrag des prostep ivip Vereins
Quelle: prostep ivip 2025



European Speed

Um der Produktentstehung mehr Geschwindigkeit zu verleihen, werden unterschiedliche Wege beschritten. So verfügt BYD Auto Company demnächst über eine Integrationstiefe von fast 100 Prozent, denn selbst die Batterien werden fürs Elektrofahrzeug-Portfolio in Eigenregie gefertigt. Der VW-Konzern indes mit seiner Vielzahl an Marken und hundertjährigen Unternehmensgeschichte bildet den Gegenpol zu dem erst 2003 gegründeten chinesischen Fahrzeughersteller.

Die entscheidende Frage ist, wie in Entwicklungsnetzwerken die Entscheidungsfindung deutlich beschleunigt werden kann, zumal weitere Plattformanbieter wie Google oder Nvidia noch tiefer integriert werden müssen. Auch bei der Cloud-Cloud-Kommunikation (etwa ALM/PLM mit ERP) müssen noch Hürden genommen werden (7).

Fakt ist, dass bereits heute einige Automotive-OEMs in der Lage sind, L4-Fahrfunktionen anzubieten, dies jedoch nicht tun. Über die Ursachen kann nur spekuliert werden, aber die Vermutung liegt nahe, dass sich der digitale rote Faden (Digital Thread) in diesen Unternehmen noch nicht über alle Domänen hinweg erstreckt. Aus gutem Grund ist die Industrie sehr vorsichtig, damit nicht Unvorhergesehenes passiert. Gesetzt den Fall, man ist mit einem Premiumfahrzeug unterwegs, und es kommt die Anfrage, ob eine neue Softwareversion für das Betriebssystem aufgespielt werden soll: Man stimmt zu, und es geschieht ein Unfall. Der Gesetzgeber wird zumindest erwarten, dass in diesem Fall der Nachweis erbracht werden kann, dass bei der Integration des Updates keine Fehler im Sinne des gegenwärtigen Stands der Technik auftraten. Es geht zum Beispiel um die Verpflichtung zur lückenlosen Dokumentation der Testszenarien für das Update und damit um das Vorhandensein eines Digital Thread.

Zielbild: Gemeinsame Sache

Dem prostep ivip Verein geht es darum, durch die Zusammenarbeit von Industrie, Startups und Forschung Methoden und Prozessdesigns für die

„Agentic AI verändert grundlegend die Art und Weise, wie komplexe Systeme entwickelt und betrieben werden. Beim prostep ivip Symposium diskutieren wir nicht nur theoretische Konzepte, sondern auch konkrete Implementierungsstrategien: Wie integrieren wir autonome KI-Agenten sicher in Prozesse? Wie gewährleisten wir Rückverfolgbarkeit und Compliance? Diese Fragen können nur gemeinsam beantwortet werden.“

Henrik Weimer, Airbus



„Die Software-first-Strategie verändert unsere gesamte Denkweise: Das Auto wird zum Computer auf Rädern. Bei Mazda arbeiten wir daran, Funktionen vollständig von der Hardware zu entkoppeln, um unseren Kunden über den gesamten Produktlebenszyklus kontinuierlich neue Features und Verbesserungen bieten zu können. Dies erfordert jedoch neue Entwicklungsmethoden und Standards – genau hier setzt prostep ivip mit der Zusammenführung von MBSE und SdP an.“

Tomohiko Adachi, Mazda Motor

künftigen Produktplattformen zur Verfügung zu stellen. Gemeinsam entwickeln seine Mitglieder praxisrelevante Standards und Templates, die die disruptive Ideenfindung beschleunigen und die Wettbewerbsfähigkeit der gesamten Fertigungsindustrie nachhaltig festigen und ausbauen. Wenn man so will, ist dies der Polarstern, an dem sich alle Arbeitsgruppen im Verein ausrichten. Dazu muss man die eigenen „Burgmauern“ verlassen und nach Schnittstellen mit anderen Kompetenzpartnern suchen. Die effektiven Collaboration-Prozesse dazu bietet prostep ivip – also mitmachen! Sie kennen ja das afrikanische Sprichwort: „If you want to go fast, go alone. If you want to go far, go together.“ (bv)



Die Redaktion bedankt sich für die konstruktiven Gespräche mit Alain Pfouga, prostep ivip

Das kommende prostep ivip Symposium 2026 am 14. und 15. April 2026 bietet die ideale Gelegenheit, den Verein und seine Arbeit kennenzulernen. Es findet im Kongresshaus Kap Europa in Frankfurt am Main unter dem Motto „Agentic AI and the Rise of Software-defined Industry“ statt. Der Early Bird läuft noch bis Ende Januar 2026.

Literatur

- (1) automotive-technology.de/plattformstrategien-in-der-automobilindustrie
- (2) www.adac.de/news/auto-rueckruf-stellantis-brand-gefahr
- (3) www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/driver-assistance-systems-market-1201.html
- (4) [sebokwiki.org/wiki/Model-Based_Systems_Engineering_\(MBSE\)](https://sebokwiki.org/wiki/Model-Based_Systems_Engineering_(MBSE))
- (5) visuresolutions.com/de/alm-guide/v-model-systems-engineering
- (6) Valnion, B. D., „Der Countdown läuft: 52, 18..12“, d1g1tal AGENDA 3/2025, S. 18 ff. Baden-Baden
- (7) www.cio.de/article/3697788/hybrid-cloud-die-6-groessten-huerden-in-der-praxis.html