

SYN
2020

SYMPOSIUM
14/15.04.26
KAP Europa
Frankfurt

**THE NEXT
FRONTIER:**

**AGENTIC AI AND THE
RISE OF SOFTWARE-
DEFINED INDUSTRY**



symposium.de

**PREMIUM
PARTNER**



prostep ivip e.V.

ProduktDaten Journal

2025-2



FAST FORWARD

DIGITAL TRANSFORMATION

#FFWDX

Smarte Produkte erfolgreich entwickeln und betreiben

CONTACT Software ist Open-Source-Pionier für den Produktprozess und die digitale Transformation. Unsere Produkte helfen, Projekte zu organisieren, Prozesse verlässlich auszuführen und weltweit anhand virtueller Produktmodelle und Digitaler Zwillinge zusammenzuarbeiten. Unsere offene Technologie und unsere CONTACT Elements Plattform sind ideal, um IT-Systeme und das Internet der Dinge für durchgängige Geschäftsprozesse zu verbinden. Überzeugen Sie sich selbst von der besten Software für die digitale Transformation!



energizing great minds

contact-software.com

**Live auf der
Hannover Messe**

20.–24. April 2026
Halle 17, Stand H24

Inhalt

- 4** Editorial
- 8** prostep ivip Scientific Award
- 10** Kurz notiert

Events

- 16** Rückblick: Bordnetze Digital 2025
- 18** Rückblick: STEP AP242 Day 2025
- 20** Nachtrag zum JT Day Express 2025
- 22** Rückblick: Tokyo Systems Engineering Summit 2025

Neue Mitglieder

- 28** Fraunhofer IEM; Synera; Willert Software Tools GmbH

Projekte

- 32** Standardization Strategy Board (SSB)
- 36** Collaborative Digital Twins befähigen Live Collaboration in Engineering
- 42** Smart Systems Engineering (SmartSE) - Standards für simulationsgestütztes Systems Engineering in vernetzten Lieferketten

Fachthemen

- 48** Überprüfung Technischer Zeichnungen mit Künstlicher Intelligenz - Automatisierte Zeichnungsprüfung
- 58** Generative KI in der System- und Softwareentwicklung
- 66** Die Zukunft der werkstofflichen Bemusterung in der Automobilindustrie ist digital: Intelligente Qualitätssicherung statt Papierchaos
- 72** Generative KI: Revolutioniert die Fahrzeugentwicklung
- 82** Fundament für KI in der Industrie
- 88** SysML v2 - Ein Game Changer für die modellbasierte Entwicklung?

Wissenschaft & Forschung

- 94** Umsetzung auf verschiedenen Komplexitätsstufen: Der digitaler Produktpass in der industriellen Praxis
- 104** Termine/Web-Seminare
- 106** Die Wissensplattform für digitale industrielle Exzellenz
- 108** Machen Sie Leser zu Kunden - schalten Sie jetzt Ihre Anzeige!
- 112** Impressum



Dr. Henrik Weimer
Mitglied des prostep ivip Vorstands
Senior Manager in the Engineering Process,
Methods & Tools Domain at Airbus
AIRBUS SAS



Dr.-Ing. Annette Muth
Prozesse, Methoden, Tools E/E
BMW Group

Aus der Komplexität zur Klarheit:

Wie Systems Engineering eine schnellere und robustere Entwicklung ermöglicht

Die Herausforderung moderner Entwicklung

In der Mobilitäts- und Fertigungsindustrie stehen Entwicklungszyklen unter enormem Druck. Produkte, die früher bis zu einem Jahrzehnt Zeit zur Reife hatten, müssen heute innerhalb weniger Jahre marktreif sein. Gleichzeitig bringt jede neue Generation einen höheren Vernetzungsgrad zwischen mechanischen, elektrischen, Software- und Service-Domänen mit sich. Was einst ein Produkt war, ist heute Teil eines Systems von Systemen – mit der Notwendigkeit einer kontinuierlichen, iterativen und abwärtskompatiblen Entwicklung, da Produkte über Jahrzehnte hinweg im Feld aktualisiert werden müssen. Diese Komplexität zu beherrschen und gleichzeitig schneller zu liefern, ist zur zentralen Herausforderung moderner Entwicklung geworden.

Die Rolle des Systems Engineering

Systems Engineering liefert die Struktur und das Mindset, um dieser Herausforderung zu begegnen. Es verbindet ein ganzheitliches Produktverständnis mit einem disziplinierten Ansatz für Rückverfolgbarkeit, Verifikation und Architektur. Indem Anforderungen, Funktionen und physische Implementierungen in einem konsistenten Modell verknüpft werden, können Teams über das Produkt nachdenken, bevor es existiert, Designalternativen erkunden und Integrationsprobleme frühzeitig antizipieren. Entscheidungen werden evidenzbasiert statt annahmengengetrieben.

Beschleunigung durch Kohärenz

Beschleunigung entsteht nicht durch härteres Arbeiten, sondern durch höhere Kohärenz. Eine klare Systemarchitektur ermöglicht parallele Entwicklung über Disziplinen und Lieferanten hinweg. Gemeinsame Modelle ersetzen Dokumentenübergaben und reduzieren Reibungsverluste durch Interpretation. Simulation und virtuelle Validierung verkürzen physische Testschleifen und schaffen Vertrauen in die Designreife lange vor dem ersten Prototyp. Robustheit und Geschwindigkeit verstärken sich gegenseitig, wenn Abhängigkeiten sichtbar und in Echtzeit gesteuert werden.

Eine potenzielle Rolle für KI

KI (künstliche Intelligenz) und Systems Engineering sind keine Gegensätze. Die Modelle, die unsere komplexen Systeme in der Entwicklung beschreiben, bestehen typischerweise aus Tausenden von Artefakten, deren Erstellung und Verknüpfung mitunter mühsam ist – und die eine erhebliche Herausforderung für das menschliche Gehirn darstellen, sie als Ganzes zu erfassen. Andererseits verfügen Systems-Engineering-Modelle über eine wohldefinierte Ontologie, was die Daten potenziell leichter verständlich und handhabbar für KI-Systeme macht. Welche Kombination von KI-Technologien wie LLMs (Large Language Models), RAG (Retrieval Augmented Generation) etc. mit klassischen Ansätzen wie Knowledge Graphs die größte Unterstützung beim Erstellen, Verknüpfen, Validieren und Nutzen der Modelle bringen wird, wird in den kommenden Jahren sehr spannend zu erleben sein.

Ein kultureller Wandel

Doch Systems Engineering lässt sich nicht allein durch den Einsatz neuer Tools erreichen. Es erfordert einen kulturellen Wandel. Ingenieure, Architekten und Manager müssen rund um gemeinsame Daten statt lokaler Dateien zusammenarbeiten. Führungskräfte müssen frühe Investitionen in die Architektur als Grundlage späterer Agilität wertschätzen. Da Systems Engineering sein volles Potenzial nur entfaltet, wenn es über das gesamte Unternehmen hinweg angewendet wird, muss die Führung sicherstellen, dass Silos aufgebrochen und das Commitment aller Beteiligten eingeholt wird. Die Etablierung semantischer Konsistenz – ein gemeinsames Verständnis von Daten, Modellen und Schnittstellen – ist ebenso wichtig wie technische Exzellenz.

Der Weg nach vorn

Der Übergang zu modellbasiertem und digital vernetztem Engineering ist sowohl eine technologische als auch eine organisatorische Reise. Er erfordert neue Kompetenzen, Governance-Modelle und Vertrauen über ein erweitertes Unternehmensnetzwerk hinweg. Richtig umgesetzt, ermöglicht er das Zusammenspiel von Kreativität und Disziplin: die Freiheit zur Innovation innerhalb eines klar definierten Rahmens, der Rückverfolgbarkeit und Compliance sicherstellt.

Zusammenarbeit als Beschleuniger

Kein Unternehmen kann diese Transformation allein bewältigen. Die beschleunigte Einführung von Systems Engineering und modellbasierten Praktiken erfordert gemeinsame Standards, interoperable Methoden und offenen Dialog über Industriegrenzen hinweg. Hier spielen Verbände wie prostep ivip eine entscheidende Rolle. Indem sie Experten aus Luft- und Raumfahrt, Automotive, IT und anderen Domänen zusammenbringen, schaffen sie eine neutrale Umgebung zur Definition gemeinsamer Architekturen, Datenmodelle und Referenzprozesse. Solche Kooperationen verhindern Doppelarbeit, fördern Interoperabilität und stellen sicher, dass Fortschritte in einem Sektor allen zugutekommen. Kurz gesagt: Sie helfen unseren Industrien, schneller zu lernen, früher zu alignieren und gemeinsam in Richtung digitaler Reife zu gehen.

Von der Ambition zur Realisierung

Je intelligenter und vernetzter Produkte werden, desto mehr wird Systems Engineering das Rückgrat der Innovation bleiben. Es verwandelt Komplexität in Klarheit, beschleunigt die Entscheidungsfindung und schafft das Vertrauen, um in digitaler Geschwindigkeit zu liefern – verlässlich, wiederholbar und über Grenzen hinweg. Und durch Kollaborationsplattformen wie prostep ivip können wir sicherstellen, dass diese Transformation nicht nur innerhalb unserer Unternehmen stattfindet, sondern über die gesamte Wertschöpfungskette der Mobilität von morgen.

Lassen Sie uns gemeinsam die Herausforderungen der digitalen Transformation meistern. Wir freuen uns auf den Dialog mit Ihnen!

Dr. Henrik Weimer

Mitglied des prostep ivip Vorstands
Senior Manager in the Engineering
Process, Methods & Tools Domain
at Airbus
AIRBUS SAS

Dr.-Ing. Annette Muth

Prozesse, Methoden, Tools E/E
BMW Group

prostep ivip
Scientific Award -
für Ingenieur:innen
mit Schwerpunkt
virtuelle Produktentstehung

**SCI
EN
TIF
IC**

AWARD
prostep ivip

Scientific Award

9

Sie sind (angehende/r) Ingenieur*in und beschäftigen sich in Ihrer Master- oder Doktorarbeit mit der virtuellen Produktentstehung? Sie möchten Ihre Ideen Vertretern führender Hersteller und IT-Unternehmen vorstellen?

Dann nutzen Sie jetzt Ihre Chance!

Der prostep ivip Verein fördert PLM-Köpfe von morgen mit 1.000 Euro (Masterarbeit) oder 4.000 Euro (Doktorarbeit) mit der Verleihung des prostep ivip Scientific Award!

Wer kann sich für die Auszeichnung bewerben?

Jeder Interessent, der seine Master- oder Doktorarbeit bis zum 31. Januar 2026 an einer Universität zu einem Thema der virtuellen Produktentstehung eingereicht hat.

Zur Einreichung sind Arbeiten in deutscher oder englischer Sprache zugelassen, sofern sie nicht unter die Bedingungen der Geheimhaltung fallen. Bitte stellen Sie die benotete Arbeit und das dazugehörige Gutachten des betreuenden Professors zur Verfügung.

Die Jury des prostep ivip Scientific Award entscheidet, welche Einreichungen mit dem Scientific Award geehrt wird. Zum Kreis der Entscheider gehören Dr. Henrik Weimer (AIRBUS), Prof. Dr. Rainer Stark (TU Berlin), Thomas Kamla (Volkswagen), Tomohiko Adachi (Mazda Motor Corporation), Jens Poggenburg (AVL | Vorstandssprecher) sowie Philipp Wibbing (UNITY).

Neben dem Preisgeld (1.000 € Masterarbeit bzw. 4.000 € Doktor-Arbeit) bieten wir dem/der Gewinner/in im Bereich Doktorarbeit die Möglichkeit, selbst Teil des prostep ivip Symposiums zu werden und im Bereich des „Scientific Tracks“ über die Ergebnisse der Doktorarbeit zu berichten. Eine einmalige Chance, einen bleibenden Eindruck beim fachkundigen Publikum und somit potenziellen künftigen Arbeitgebern zu hinterlassen!

Einsendeschluss zur Bewerbung um den Scientific Award 2026 ist der 31. Januar 2026!

Senden Sie Ihre benotete Arbeit und das dazugehörige Gutachten an:

Dr. Alain Pfouga, Geschäftsführer prostep ivip Verein
alain.pfouga@prostep.org

sowie

Nora Tazir, Technical Program Manager prostep ivip Verein
nora.tazir@prostep.org.



Kontakt

Nora Tazir
prostep ivip Verein
nora.tazir@prostep.org



Kontakt

Dr. Alain Pfouga
prostep ivip Verein
alain.pfouga@prostep.org

SAVE THE DATE: Engineering Interoperability Day 2026 - JT & STEP AP242 für digitale Kontinuität

Am Donnerstag, 01. Oktober 2026 lädt prostep ivip e.V. zum Engineering Interoperability Day ins nh Frankfurt Airport West ein. Die Veranstaltung vereint erstmals die Communities des JT Day und des STEP AP242 Day in einem gemeinsamen Forum. Ziel ist es, Experten und Entscheidungsträger aus Engineering und IT sowie Implementierer von Neutralformat-Schnittstellen zusammenzubringen.

Freuen Sie sich auf Top-Themen wie Rückverfolgbarkeit von Produktdaten und intelligente Fertigungsinformationen, Umgang mit klassifizierten Informationen, Materialeigenschaften, Datenaustausch und Langzeitarchivierung. Neben inspirierenden Branchenpräsentationen erwarten Sie praxisnahe Anwendungsbeispiele, Updates aus Interoperabilitätsforen und Einblicke in LOTAR-Projekte.

Die Veranstaltung ist eingebettet in eine ganze Meeting-Woche (28.09.–02.10.) zu Themen rund um STEP AP242 und JT, die internationale Teilnehmer u.a. aus Frankreich, UK, USA und Japan anzieht – ein ideales Umfeld für Networking und Wissensaustausch.

Kontakt

Jochen Boy
jochen.boy@prostep.com

Ort: nh Frankfurt Airport West, Kelsterbacher Straße 19, 65479 Raunheim

Kosten: Teilnahme kostenlos

Rückblick: Technischer Steuerkreis (TSC) vom 21. Oktober 2025

Am 21. Oktober 2025 tagte der Technische Steuerkreis (TSC) des prostep ivip e.V. in Darmstadt. Es wurden aktuelle Projektergebnisse ausgewählter Projekte vorgestellt, strategische Themen für 2026 diskutiert und Beschlüsse zu Budgets und Arbeitsschwerpunkten gefasst. Das Treffen diente zugleich dem Austausch über die künftige Ausrichtung der Vereinsaktivitäten.

Gestartet wurde mit dem Projekt Collaborative Digital Twins (CDT). Der entwickelte Demonstrator wurde erfolgreich fertiggestellt. Der Demonstrator aus dem Implementor's Lab zeigt, wie digitale Zwillinge unterschiedlicher Disziplinen über standardisierte Schnittstellen miteinander interagieren können. Er verdeutlicht, wie durchgängige Datenflüsse und Interoperabilität entlang des gesamten Produktlebenszyklus in der Praxis umgesetzt werden. Die abschließende Recommendation mit einer Zusammenfassung aller

Projektergebnisse soll bis Jahresende an fertig gestellt werden. Gleichzeitig wurde das Nachfolgeprojekt Live Collaboration Engineering (LCE) angekündigt, das Anfang 2026 starten soll. LCE baut auf den Ergebnissen von CDT auf und erweitert diese um neue Aspekte wie Echtzeit-Kollaboration, Datenräume und Software-Defined Products.

Auch in den Bereichen Standardisierung und Interoperabilität wurden Fortschritte gemeldet. Das Functional Data Exchange (FDX) Projekt wird 2026 fortgeführt, um semantische Datenmodelle für simulationsrelevante Informationen weiterzuentwickeln und neue Partner zu gewinnen. Die Projektgruppen rund um den VEC Standard, VES / ECAD-IF haben ihre Entwicklungsumgebung erfolgreich auf GitHub migriert – ein wichtiger Schritt zu mehr Offenheit und gemeinschaftlicher Weiterentwicklung.

Darüber hinaus wurde über die Einführung des Standards SysML v2 und dessen praktische Anwendung in der Industrie gesprochen. Eine mögliche Projektgruppe soll prüfen, wie die Umsetzung in bestehende Prozesse integriert werden kann.

Das Standardization Strategy Board (SSB) berichtete über laufende Arbeiten in den Themenfeldern Nachhaltigkeit, Software-Defined Product Development und Lean Digital Engineering. Ziel ist es, Nachhaltigkeitsaspekte noch stärker mit technischen Standards und digitalen Prozessen zu verknüpfen, hierzu ist ein erster prostep ivip Sustainability Day geplant, am 3. Dezember in Darmstadt, anmeldungen sind über die prostep ivip Webseite möglich. Für 2026 sind weitere Publikationen, Fact Sheets und Veranstaltungen geplant, die diese Themen mit der industriellen Praxis verbinden.

Im Rahmen der Sitzung wurde außerdem die Idee eines prostep ivip Podcasts vorgestellt – als mögliches Kommunikationsformat unter dem Motto: „Tue Gutes und berichte darüber.“ Das Gremium begrüßte diesen Vorschlag grundsätzlich und empfahl den Projektgruppen, das Format künftig als ergänzende Kommunikationsmöglichkeit zu prüfen. Eine konkrete Umsetzung ist derzeit noch in Planung.

Der Technische Steuerkreis betonte abschließend die Bedeutung engerer Vernetzung zwischen den Projekten und die praxisnahe Umsetzung von Standards. Themen wie modellbasierte Entwicklung, Nachhaltigkeit, Datenräume und Software-Defined Engineering bleiben zentrale Schwerpunkte der Vereinsarbeit. Das nächste Treffen ist für das Frühjahr 2026 vorgesehen.

„Das TSC 2025 hat gezeigt, wie vielfältig und zukunftsorientiert die Themen des Vereins sind. 2026 steht im Zeichen der Vernetzung – zwischen Projekten, Partnern und Technologien.“



Kontakt

Nora Tazir
Technical Program Manager
prostep ivip
nora.tazir@prostep.com

STEP AP242 Edition 4 und Implementierungsrichtlinien veröffentlicht

Nach zwei Jahren intensiver Arbeit hat die ISO jüngst die vierte Edition von STEP AP242 veröffentlicht. Der seit langem erwartete Standard bildet das Rückgrat für modellbasiertes Arbeiten im Engineering und unterstützt in der aktuellen Fassung wichtige neue Funktionalitäten. Dazu gehören unter anderem die sogenannten „External Element References“, die es erlauben, auf konkrete Elemente innerhalb einer anderen Datei, z.B. eine spezifische Fläche in einem 3D-Modell, zu verweisen und so Informationen übergreifend zu verknüpfen.

Parallel zur Entwicklung des Standards wurden in den Implementor Foren bereits die zugehörigen Implementierungsrichtlinien entsprechend aktualisiert. Somit konnten die Erweiterungen des Datenmodells erprobt und die beteiligten STEP-Schnittstellen entsprechend erweitert werden, so dass viele Programme bereits jetzt die neue Edition von AP242 unterstützen. Dies gilt sowohl für die „klassischen“ STEP Dateien als auch für das Domain Model XML Format.

Im Einzelnen wurden die folgenden Implementierungsrichtlinien neu veröffentlicht:

AP242 Domain Model XML (*.stpx)

- Product & Assembly Structure (v4.0)
- Configuration Management (v1.3)
- Change Management (v0.6)
- Kinematic (v1.3)

AP242 MIM EXPRESS (*.stp)

- Alternative Shapes (v1.0)
- Composite Materials (v4.3)
- Model Styling & Organization (v1.10)
- Persistent IDs (v1.6)
- Supplemental Geometry (v1.3)

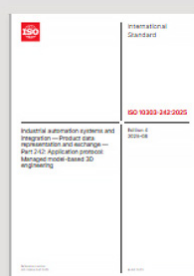
Weitere Dokumente sind derzeit in Arbeit und werden in den nächsten Monaten ebenfalls veröffentlicht.

Quelle:

www.iso.org
 AP242 Edition 4: <https://www.iso.org/standard/84300.html>
 CAX Implementierungsrichtlinien: <https://www.mbx-if.org/home/cax/recpractices/>
 PDM Implementierungsrichtlinien: <https://www.mbx-if.org/home/pdm/recpractices/>

Kontakt

Jochen Boy
 PROSTEP AG
jochen.boy@prostep.com



Read sample

ISO 10303-242:2025

Industrial automation systems and integration —
 Product data representation and exchange

Part 242: Application protocol: Managed model-based 3D engineering

Published (Edition 4, 2025)

VEC Media Types offiziell von IANA registriert - ein Meilenstein für die VES/ECAD-Projektgruppen

Die Vehicle Electric Container (VEC)-Spezifikation verfügt nun über offiziell registrierte **IANA Media Types**. Dies ist ein bedeutender Schritt für die Standardisierung und Interoperabilität in der Bordnetzentwicklung.

Globale Eindeutigkeit und Interoperabilität

Die Registrierung bei der Internet Assigned Numbers Authority (IANA) sorgt für weltweit eindeutige, standardisierte Kennungen für die VEC-Datenformate. Dadurch können Systeme und Tools VEC-Daten zuverlässig erkennen und verarbeiten. Dies stärkt die Integrationsmöglichkeiten des VEC in moderne IT-Landschaften und vernetzte Datenräume, sodass damit eine zukunftssichere Basis für den digitalen Datenaustausch geschaffen worden ist.

Konkret ergeben sich durch die neuen IANA Media Types folgende Vorteile für die Praxis:

- **Einfachere Implementierung des VEC** in bestehende Prozesse und Tools
- **Höhere Datenqualität** durch standardisierte Verarbeitung
- **Reduzierte Komplexität** bei der Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg

Was ist der Vehicle Electric Container (VEC)?

Der VEC ist ein offenes, standardisiertes Datenformat für die vollständige Beschreibung elektrischer Bordnetze. Er ermöglicht den durchgängigen, toolunabhängigen Austausch von Daten zwischen OEMs, Zulieferern und Engineering-Dienstleistern. Die Spezifikation unterstützt modellbasiertes Arbeiten, reduziert den Entwicklungsaufwand und erleichtert die Archivierung von Daten über den gesamten Produktlebenszyklus.

Die Weiterentwicklung des VEC erfolgt in enger Zusammenarbeit zwischen den prostep ivip Projektgruppen VES-WF und ECAD-IF, um den steigenden Anforderungen der Industrie gerecht zu werden.

Dieser Erfolg wäre ohne die engagierte Arbeit der prostep ivip Community nicht möglich gewesen. Ein großes Dankeschön an alle, die dazu beigetragen haben!

Kontakt

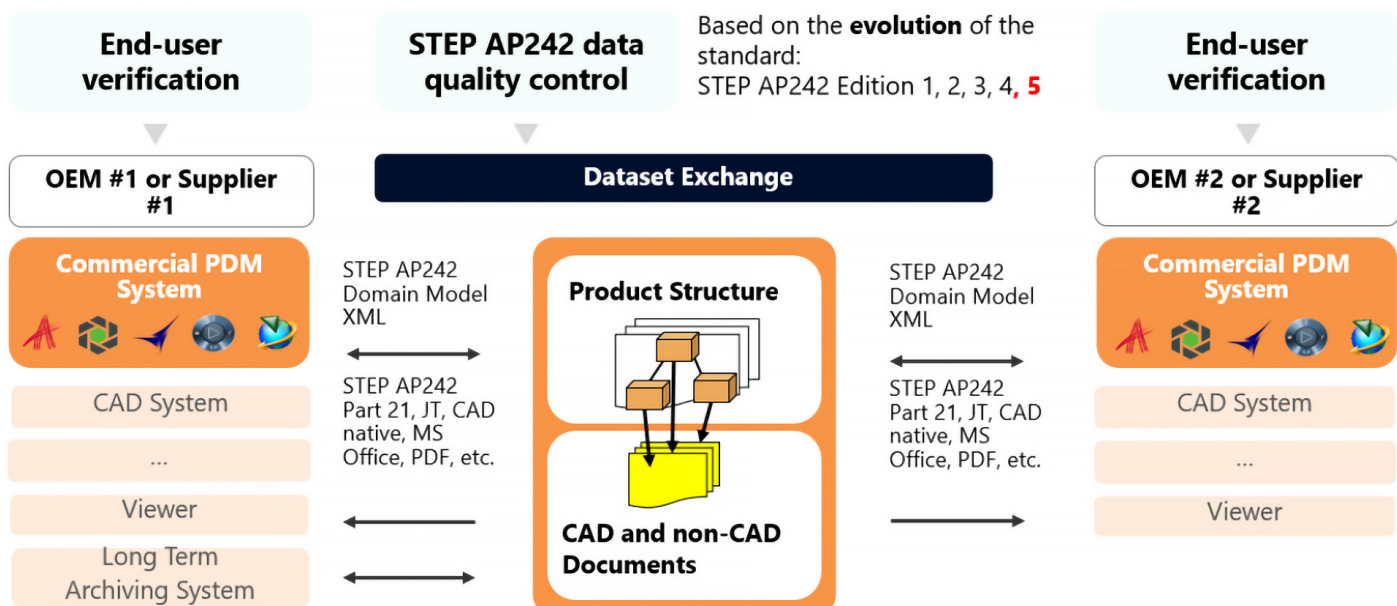
Paul Grasedieck
paul.grasedieck@prostep.com

Was gibt's Neues vom PDM Interoperability Forum?

PDM-Datenaustausch gibt es schon lange, das PDM-IF auch, was gibt es noch zu klären?

Der Austausch von Produktdaten ist seit Jahrzehnten ein Kernthema in der Industrie – und das PDM Interoperability Forum (PDM-IF), getragen von prostep ivip und AFNeT, sorgt dafür, dass dieser Austausch über Unternehmensgrenzen hinweg zuverlässig funktioniert.

Neben den klassischen STEP-Dateien aus der CAD-Welt spielt heute vor allem das AP242 Domain Model eine zentrale Rolle. Es ermöglicht einen klar strukturierten, XML-basierten Austausch von Produktstrukturen, Varianten, Änderungen und vielen weiteren PDM-Informationen. Durch klar definierte Use Cases, strukturierte Testrunden und regelmäßige Benchmarks – unterstützt durch die Zusammenarbeit mit CAX-IF, JT-IF und LOTAR – hat sich dieses Format als Industriestandard etabliert.



Die User Group des PDM-IF, bestehend aus OEMs der Luft- und Raumfahrt, Verteidigung und Automobilindustrie, bringt praxisnahe Anforderungen ein. Dazu gehören aktuell:

- Sicherheitsklassifizierung und Exportlizenzen
- Weiterentwicklung und Austauschbarkeit von Teilen
- Varianten- und Versionslogik ähnlich wie in der Softwareentwicklung
- Visuelles Issue Management
- Verbindungselemente (im Zusammenspiel mit dem χ MCF-Standard, mehr dazu [hier](#))
- Materialdaten, -eigenschaften und Materialalternativen

Dank der engen Zusammenarbeit verschiedener Foren – unter anderem CAX-IF, JT-IF, EWIS-IF und LOTAR – entstehen übergreifende, abgestimmte Lösungen, die direkt in die Weiterentwicklung des STEP-Standards einfließen. Viele noch fehlende Funktionen werden so gebündelt in der kommenden AP242 Edition 5 adressiert.

Ein zentrales Ergebnis des PDM-IF sind die Recommended Practices ([hier](#)), die klar beschreiben, wie das Domain Model korrekt anzuwenden ist. Sie helfen IT-Anbietern, ihre Tools schneller und interoperabel bereitzustellen – und Anwendern, neue Funktionen stabil und frühzeitig nutzen zu können. Ergänzend sorgen Schematron-Regeln seit AP242 Edition 4 dafür, dass Austauschdateien automatisch konsistent und standardkonform geprüft werden.

Kurzum: Das PDM-IF bringt Industrie, Toolhersteller und Standardisierung eng zusammen – und treibt so einen verlässlichen, modernen PDM-Datenaustausch voran.

Kontakt

Guillaume Hirel
guillaume.hirel@t-systems.com



Rückblick: Bordnetze Digital 2025 in der ARENA2036

Am 25. September 2025 trafen sich in der ARENA2036 in Stuttgart über 110 Expertinnen und Experten aus Industrie, Wissenschaft und Technologie, um sich über aktuelle Entwicklungen in der Bordnetzentwicklung und -fertigung auszutauschen. Die Veranstaltung, die mittlerweile eine feste Größe im Kalender der Branche ist, verband Fachvorträge, eine Ausstellung mit sechs Ausstellern und zahlreiche Networking-Gelegenheiten. Bordnetze Digital 2025 erwies sich damit erneut als lebendige Plattform für Wissenstransfer und Dialog.

Ein lebendiger Auftakt

Wie schon im Vorjahr standen Digitalisierungsthemen im Mittelpunkt. Neben den Vorträgen war vor allem der Austausch zwischen Teilnehmenden und Ausstellern prägend. Moderiert von Georg Schnauffer (ARENA2036) und Dr. Alain Pfouga (prostep ivip) zeigte die zweite Ausgabe von Bordnetze Digital erneut ihre Stärken: fundierte Fachbeiträge und viele persönliche Gespräche. Organisiert von ARENA2036 in Kooperation mit dem prostep ivip-Verein bietet der Kongress eine feste Plattform für den Dialog der Branche.

Themen und Impulse aus Vorträgen & Diskussionen

Das Vortragsprogramm machte deutlich, wie vielfältig die Ansätze in der Digitalisierung der Branche sind. Dr. Detlef Zerfowski (ETAS) zeigte, wie die Transformation zum Software-Defined-Vehicle die Architektur im Fahrzeug grundlegend verändert. Mercedes-Benz legte den Fokus auf die durchgängige Nutzung von Leitungssatzdaten, die Qualität sichern und Nacharbeit reduzieren können.

Mehrere Vorträge rückten den Einsatz von KI in den Mittelpunkt: smartCable zeigte eine modellbasierte Toolkette für Simulation und Variantenmanagement, die Universität Stuttgart und ILS demonstrierten die automatisierte Generierung von Leitungssätzen, und das ISW stellte Ansätze zur KI-gestützten Kabelmanipulation vor.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf Interoperabilität und Standards. Beiträge von ARENA2036, msg und 4Soft machten deutlich, wie Verwaltungsschale, VEC und Datenräume künftig den sicheren Austausch und die digitale Durchgängigkeit ermöglichen. Ergänzend stellten Daimler Truck, S-IT und Siemens Lösungen zur Variantenabsicherung und Digitalisierung der Fertigung vor.

Thomas Kost, CTO von Sumitomo Electric Bordnetze, fasste es so zusammen:

„Bordnetze Digital bietet jedes Jahr die Chance, den Stand der Digitalisierung in unserer Branche zu diskutieren und Impulse für die Zukunft mitzunehmen. Heute ist die digitale Abbildung des Leitungssatzes über alle Phasen hinweg der Schlüssel, um wettbewerbsfähig zu bleiben.“

Das Fazit des Vortragprogramms: Software, KI und Standards greifen ineinander und bilden die Basis, um Komplexität zu beherrschen und Bordnetze zukunftsfähig zu entwickeln.

Aussteller im Fokus: Innovation aus verschiedenen Blickwinkeln

Sechs Unternehmen und Initiativen präsentierten sich in der Fachausstellung, um ihre spezifischen Kompetenzschwerpunkte und ihr Lösungsportfolio zu zeigen. So spiegelten sie gemeinsam die Vielfalt der Bordnetzentwicklung wider:

- 4Soft zeigte mit „Chat with a Bordnet“, wie KI den Entwicklungsprozess unterstützen und Kabelbaum-Auslegungen vereinfachen kann.
- Reallabor Industrial Metaverse präsentierte virtuelle Inbetriebnahme und Fertigungssimulation mithilfe digitaler Zwillinge und VR.
- S-IT Application Engineering & Consulting stellte seinen End-to-End-Ansatz für durchgängige Entwicklungsprozesse vor.
- smartCable demonstrierte Simulationslösungen, mit denen elektrische, thermische und montagebezogene Aspekte frühzeitig abgesichert werden können.
- Transformations-Hub Leitungssatz zeigte sich als Informationsdrehscheibe für Innovationen in der Leitungssatzbranche und informierte über Projekte wie die Robotik Challenge 2026 sowie geplante Innovationschauen und Trendausblicke.
- VOSS Automotive präsentierte einen Smart-Assistenzhandschuh, der Montagemitarbeitende in Echtzeit unterstützt. Sensorik und KI erkennen dabei, ob ein Stecker korrekt sitzt, und warnen bei Fehlern.

Ausblick

Der Kongress machte deutlich: Digitalisierung, Simulation, KI und Automatisierung sind keine Einzelthemen, sondern Teil eines integrierten Wandels. Die enge Verzahnung von Hardware, Software, Datenmodellen und Prozessinnovation ist zentral.

Wir danken allen Teilnehmenden, Referenten sowie Ausstellern für ihren Beitrag und freuen uns schon jetzt darauf, die Diskussion im kommenden Jahr fortzusetzen – **am 24. September 2026 in der ARENA2036.**

Homepage Arena2036: Rückblick 2025 | ARENA2036



STEP AP242 Day 2025: Digitale Kontinuität in der Industrie vorantreiben

Am 14. Oktober 2025 versammelte der STEP AP242 Day führende Industrievertreter in Paris zu einer ganztägigen Veranstaltung, die der Förderung der Interoperabilität durch den STEP AP242-Standard gewidmet war. Organisiert von AFNeT und prostep ivip lag der Fokus der Konferenz auf praxisnahen Anwendungsfällen, langfristigen Datenstrategien und dem Entwicklungsfahrplan für die fünfte Edition des Standards.

Jean-Pierre Souzy eröffnete die Veranstaltung mit einer Keynote zur strategischen Bedeutung von STEP in der Luftfahrtindustrie. Da über 75 % der Flugzeugkomponenten von Zulieferern stammen, besteht die Aufgabe des Flugzeugherstellers nicht nur in der Produktion des verbleibenden Viertels, sondern in der Koordination der gesamten Integration. Standardisierte Datenaustauschformate wie STEP sind für diese Abstimmung unerlässlich – insbesondere im Kontext papierloser Zertifizierung und zunehmend komplexer Datentypen wie PMIs, elektrischer Kabelbäume und Verbundstrukturen.

Guillaume Valentin von Safran Helicopter Engines präsentierte einen praxiserprobten Ansatz zur Langzeitarchivierung mit dem LOTAR-Standard und STEP AP242 Edition 1. Da ältere Triebwerke wie die Alouette auch nach fast 70 Jahren noch im Einsatz sind, gewährleistet Safrans Archivierungsstrategie regulatorische Konformität und Produktsupport über Jahrzehnte hinweg. Der nächste Schritt ist der Übergang von grafischen zu semantischen PMIs, um maschinenlesbare Annotationen zu ermöglichen und die digitale Kontinuität zu verbessern.

Fumiki Ohtani sprach für die Japan Automobile Manufacturers Association (JAMA) über Interoperabilitätsprobleme im japanischen Automobilsektor. Die geringe Verbreitung von 3D-Standardformaten und uneinheitliche Designpraktiken bei OEMs führen zu Problemen wie übermäßigen Annotationen – dem sogenannten „Igel-Problem“. JAMA begegnet diesen Herausforderungen mit Initiativen wie der Veröffentlichung von Beispieldaten, CAD-Best Practices und direkter Zusammenarbeit mit Softwareanbietern und ISO-Gremien, um die Belastung der Zulieferer zu reduzieren und eine einheitliche digitale Basis zu schaffen.

Mehrere Softwareanbieter stellten ihre Beiträge zur STEP-Implementierung vor. Elysium bekräftigte sein Engagement für offene Interoperabilität durch aktive Teilnahme an CAX-IF und benutzergetriebene Updates. CoreTechnologie und Dassault Systèmes betonten die zentrale Rolle von STEP AP242 in ihren Konvertierungs- und Visualisierungstools. Datakit demonstrierte die Unterstützung für Edition 4 über sein CrossCADWare SDK, während Open Cascade seinen freien und quelloffenen STEP-Kernel hervorhob, der bereits Tools wie FreeCAD und KiCad antreibt.

Auch Anwenderunternehmen präsentierten überzeugende Anwendungsfälle. MBDA zeigte, wie in STEP-Dateien eingebettete Exportkontroll-Metadaten einen regelkonformen Datenaustausch in internationalen Programmen ermöglichen. Mercedes-Benz Vans und T-Systems stellten einen semantischen Zwilling vor, der STEP-Daten in Wissensgraphen überführt und so automatisierte Validierung und Rückverfolgbarkeit erlaubt. Airbus, ein zentraler Akteur im LOTAR-Projekt, präsentierte Strategien zur Sicherstellung der Datenüberlebensfähigkeit über Software-Lebenszyklen hinweg – ein entscheidender Aspekt in der Luftfahrt, wo Produkte über ein halbes Jahrhundert im Einsatz bleiben können.

Jean Brangé (AFNeT Services) stellte den Fahrplan für STEP AP242 Edition 5 vor, die derzeit unter ISO-Entwicklung steht. Zu den wichtigsten Prioritäten zählen verbesserte Rückverfolgbarkeit, erweiterte Unterstützung für semantische PMIs sowie eine stärkere Abdeckung von Verbundwerkstoffen, elektrischen Systemen und klassifizierten Daten. Die neue Edition soll rückwärtskompatibel bleiben und gleichzeitig eine modulare Architektur fördern. Die Veröffentlichung ist für 2026 geplant.

Weitere Beiträge von Threedy, T-Systems, Open Design Alliance, Kubotek Kosmos und PROSTEP AG zeigten die wachsende Rolle von STEP bei der Ermöglichung von Echtzeit-Zusammenarbeit, sicherem Datenaustausch und durchgängiger Lebenszyklusvernetzung. Die Veranstaltung endete mit Alain Pfouga (prostep ivip), der STEP AP242 als Fundament der digitalen Kontinuität über das gesamte Unternehmensnetzwerk hinweg bestätigte – ein Standard von der Industrie für die Industrie.



Kontakt

Jochen Boy
jochen.boy@prostep.com



Nachtrag zum JT Day Express 2025

Der 9. JT Day Express am 22. Oktober war ein großer Erfolg. Leider mussten wir in diesem Jahr auf eine Präsenzveranstaltung verzichten. Die wirtschaftliche Situation der Anwenderindustrie ist momentan doch sehr angespannt und so haben Reiserestriktionen und Budgetkürzungen all unserer Teilnehmer uns veranlasst dieses Event online stattfinden zu lassen.

Der prostep ivip Verein veranstaltete seinen JT Day Express und lud für den 22. Oktober 2025 zum branchenübergreifenden Treffen der JT-Community ein.

In diesem Jahr lautete das Motto der Veranstaltung **„JT for the Digital Future“**. Hochkarätige internationale Referenten berichteten aus der Industrie über den praktischen Einsatz und Nutzen des nationalen und internationalen Standardformats JT und gaben einen Ausblick auf die Rolle von JT in der digitalen Transformation.

Das Event startete mit einer herzlichen Begrüßung durch die beiden Projektleiter im JT Workflow Forum, Thomas Ott von Aumovio und Bernd Watzal von Mercedes-Benz. Danach konnten wir 5 interessanten Vorträge der Referenten genießen. Takao Senko (Honda) berichtete im ersten Vortrag über den Einsatz von semantischen PMI. Genauer gesagt beantwortete Senko-san die Fragen: Was sind semantische PMI? Wie stehen sie in Beziehung zu graphischen PMI? Wie hängen semantische PMI mit dem MBE-Reifegradmodell zusammen? Welche Vorteile ergeben sich daraus etwa für einen digitalen Vermessungs-Prozess?

Im zweiten Vortrag referierte Bernd Watzal (Mercedes-Benz) über die Validierung der Integration von JTs auf Basis aus den Quellsystem berechneter Attribute (Validation Properties). Dabei ging er auch auf den bei Mercedes-Benz bereits gültigen Prozess zur Validierung der Vollständigkeit von PMI innerhalb von JT ein und gab auch einen Ausblick auf die zukünftig anstehenden Entwicklungen innerhalb des Themas.

Im dritten Vortrag wurden uns die noch schlummernden Potentiale aufgezeigt, die JT in Verbindung mit Externen Element Referenzen (EER) in der digitalen Kette zusätzlich heben kann. Dabei wurde festgestellt, dass die 3D-Visualisierung der Schlüssel zum intuitiven Verständnis von Produkten, zur effektiven Kommunikation und zur effizienten Zusammenarbeit ist.

In dieser Präsentation erläuterte uns Johannes Lehen (:em AG) und demonstrierte, wie das „Digital Data Package“ eine semantische Darstellung für geometriebezogene technische Informationen wie verschiedene Materialien, mechanische Merkmale, Lackierung und Beschichtung, Kennzeichnung und Beschriftung, Wärmebehandlung, Verbindungstechnik, Biegespezifikationen usw. bereitstellt und diese mithilfe der brandneuen JT „External Element References“ mit dem Digital Thread und der 3D-Visualisierung abgleicht.

In Vortrag Nummer 4 schilderte uns Dan Ganser, wie bei Gulfstream die Arbeit mit JT im Flugzeugbau abläuft. Er präsentierte uns, wie die „Build to Model“-Prozesse in den letzten 20 Jahren abgelaufen sind und wie sie sich verändert haben. Insbesondere hat er uns dabei auch die Gründe näher gebracht, welche die Einführung eines technischen Datenpaketes letztlich erforderlich machten.

Abgeschlossen wurden die Vorträge von einem Ausblick auf die Standardisierungsaktivitäten, die zwischen JT WF und JT IF aktuell abgestimmt und vorangetrieben werden. Bernd Feldfoss von Airbus, Jochen Boy von prostep und Bernd Watzal von Mercedes-Benz berichteten über den Status der Standardisierung von JT 10.5 als ISO Norm 14306 Ed.3 und die seit kurzem veröffentlichte ISO 10303-242 Ed.4, dem nächsten Level von STEP AP242 XML, der z.B. die in den vorherigen Beiträgen erwähnten Externen Element Referenzen (EER) überhaupt erst ermöglicht. Darüber hinaus erhielten wir Einblick in die Planungen zur Transformation der nationalen JT-Standardisierung von der bestehenden DIN SPEC 91383 zu einer zukünftigen neuen DIN-Norm.

Eine abschließende Teilnehmerbefragung attestierte dem Event nur exzellente und gute Rückmeldungen. Alle Vorträge kamen beim Publikum sehr gut an.

Einer der Teilnehmer fasste den JT Day Express wie folgt zusammen: Der JT Day ist eine Veranstaltung, bei der international renommierte Referenten und KMU aus diesem Bereich im Vordergrund stehen. An diesem Tag werden viele interessante Erfahrungen und Fachkenntnisse ausgetauscht. Wenn Sie also ein Unternehmen oder eine Einzelperson sind, die gerade dabei ist, auf eine neutrale CAD-Umgebung umzusteigen, dann ist dies die richtige Plattform für Sie.

Wir laden Sie alle ein, daran teilzunehmen und Ihre Erfahrungen hier auszutauschen.

Die Vorträge finden Sie unter https://www.prostep.org/fileadmin/events/jtday2025/JT-Day_Express_2025_presentations_final.zip

Wir freuen uns auf den nächsten JT Day im Jahr 2026, der dann wieder als Präsenzveranstaltung stattfinden wird.

Bernd Watzal, Thomas Ott, Lars-Christian Bütow, Jochen Boy

Kontakt

Lars-Christian Bütow
lars-christian.buetow@em.ag



Tokyo Systems Engineering Summit 2025: Brückenschlag zwischen Kontinenten

Das Tokyo Systems Engineering Summit am 14. November 2025 in der Marunouchi Hall setzte neue Maßstäbe: Mit über 300 Anmeldungen war die Location bis auf den letzten Platz gefüllt – ein eindrucksvoller Beleg für die wachsende Bedeutung dieser Veranstaltung. Was vor wenigen Jahren begann, hat sich zur etablierten Plattform entwickelt und ist eine besondere Herzensangelegenheit von prostep ivip: Der stetig wachsenden Community in Asien mit Fokus auf Japan und Südkorea einen intensiven internationalen Austausch zu bieten.

Erfolgsrezept: Internationale Partnerschaft auf Augenhöhe

Hinter dem Erfolg steckt eine starke Partnerschaft: Tomohiko Adachi von Mazda Motor Corporation und Vorstandsmitglied bei prostep ivip sowie das Team von NTT Data als Partner der ersten Stunde treiben das Summit mit Herzblut voran. „Der einzigartige Wert dieser Veranstaltung liegt darin, verschiedene Kontinente zu verbinden und echten Wissenstransfer über





Grenzen hinweg zu ermöglichen“, betonte Dr. Alain Pfouga, Geschäftsführer der prostep ivip Association.

Danke den Premium Partnern

Den Premium Partnern NTT Data, HCLTech und PTC gilt besonderer Dank: Ihre Unterstützung ermöglicht es, ein Event dieser Güte kostenfrei anzubieten. Gemeinsam mit allen weiteren Ausstellern schaffen sie die Grundlage für ein Tokyo Systems Engineering Summit auf nicht nur inhaltlichem, sondern auch organisatorisch hohem Niveau – zugänglich für alle, ohne finanzielle Barrieren.

Von Agentic AI bis Engineering Societies: Keynotes mit Substanz

Das Programm wartete mit hochkarätigen Referenten auf, die aktuelle Herausforderungen aus unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchteten:

- Jens Poggenburg (Executive Vice President, AVL) machte den Auftakt mit „Revolutionizing Software-Defined Vehicles through Agentic AI“ – eine Vision, wie künstliche Intelligenz die Fahrzeugentwicklung von Grund auf verändert.
- Dr. Henrik Weimer (Director, Airbus) zeigte in „Transforming Product Development with AI“, wie die Luft- und Raumfahrtindustrie KI nutzt, um Entwicklungsprozesse effizienter und innovativer zu gestalten.
- Professor Seiko Shirasaka von der Keio University wagte den Blick über den Tellerrand: „From Engineering Systems to Engineering Societies“ erweiterte den Systems Engineering-Diskurs in gesellschaftliche Dimensionen.
- Takao Sugai (Project GM, Toyota Motor Corporation) brachte die Praxis ins Spiel: Seine „Practical Systems Engineering Use Cases“ zeigten, wie Toyota die Theorie in konkrete Entwicklungsprozesse übersetzt.
- Die anschließende Q&A-Session entwickelte sich zu einem lebhaften Dialog zwischen Teilnehmern und den Branchengrößen – genau das, was das Summit ausmacht.



Aus der Praxis für die Praxis: Fallstudien mit Tiefgang

Die Nachmittagssessions lieferten konkrete Einblicke in die digitale Transformation führender Unternehmen:

- Kenji Hashimoto (Mazda) nahm die Teilnehmer mit auf die ALM-Journey bei Mazda – authentisch und mit wertvollen Lessons Learned.
- Dr. Thilo Jania (Senior Vice President, Olympus) demonstrierte, wie Produkt- und Prozessstrukturen in ein durchgängiges Datenmodell integriert werden können.
- Takeaki Koga (Toyota) stellte fortschrittliche Testmethodologien vor: Use Case Analysen mit Traceability zu MILS funktionalen Tests.
- Dr. Hasan Esen (Denso Automotive Deutschland) stellte die entscheidende Frage: „How to make Systems Engineering Smart?“ – und lieferte spannende Antworten an der Schnittstelle von Intelligenz und Engineering.
- Thomas Kamla (Volkswagen) gewährte Einblicke in die VW Transformation Roadmap und zeigte die strategische Ausrichtung eines der Global Player.
- Prof. Dr. Rainer Stark (TU Berlin) rundete das Programm mit akademischer Expertise ab: Neue Virtual Engineering- und Prototyping-Ansätze für die Integration von MBSE und SDV.

Premium Partner mit technischer Tiefe

Auch die Premium Partner lieferten substanzielle Beiträge:

- Christoph Braeuchle (PTC) zeigte, wie der intelligente Product Lifecycle im Engineering gehebelt werden kann.
- Nikhil Joshi und Deodatt Bawachkar (HCLTech) demonstrierten mit „From Silo to Mainstream“, wie MBSE mit ALM und PLM verbunden wird.
- Jens Krueger (NTT Data) beleuchtete den Einsatz von Agentic AI in der SDV-Entwicklung.





Networking, das funktioniert

Zwölf führende Lösungsanbieter präsentierten sich in der Ausstellung: Accenture, LieberLieber Software, Contact Software, Dassault Systèmes, Keysight, Jambe, AVL, NTT Data, HCLTech, PTC, Zuken und Dentsu Soken. Besonders in den Pausen und beim ausgedehnten Social Event von 18:00 bis 20:00 Uhr herrschte reges Treiben – genau die Atmosphäre, die produktiven Austausch ermöglicht.

In den strategisch platzierten Exhibitor Pitch-Sessions stellten alle Aussteller ihre neuesten Lösungen kompakt vor – effizient und informativ.

Mit über 300 Anmeldungen steht das prostep ivip Team vor einer erfreulichen Herausforderung: Wie kann man 2026 der wachsenden Nachfrage gerecht werden, ohne die intime Networking-Atmosphäre zu verlieren, die das Tokyo Summit so besonders macht?

„Dieses Problem zeigt den enormen Wert, den unsere Community diesem internationalen Austausch beimisst“, so Dr. Pfouga. „Wir arbeiten bereits an Lösungen, die Wachstum ermöglichen und gleichzeitig den kollaborativen Geist bewahren.“

Fazit: Kontinente verbinden schafft Innovation

Das Tokyo Systems Engineering Summit beweist eindrucksvoll: Wenn Experten aus verschiedenen Kontinenten, Kulturen und Disziplinen zusammenkommen, entstehen einzigartige Impulse für Innovation und Fortschritt in der Systementwicklung. Die Mischung aus hochkarätigen Keynotes, praxisnahen Fallstudien und intensivem Networking macht das Event zu einem wichtigen Termin für alle, die die Zukunft der industriellen Entwicklung mitgestalten. Das Tokyo Systems Engineering Summit 2026 verspricht, diese Erfolgsgeschichte fortzuschreiben.



Kontakt

Fabienne Kreusch
Public Relations & Event Manager prostep ivip
fabienne.kreusch@prostep.org



PROSTEP IVIP START-UP PITCH AWARD 2026

**DREI MINUTEN.
EIN PUBLIKUM.
2.500 EURO.**

Revolutionieren Sie die industrielle digitale Transformation? Dann gehört diese Bühne Ihnen! Pitchen Sie Ihre Innovation vor den Entscheidern der Industrie auf dem prostep ivip Symposium 2026! In nur 3 Minuten präsentieren Sie Ihr Start-up einem hochkarätigen Fachpublikum aus Industrie, Software-Herstellern und Forschungseinrichtungen – genau der Zielgruppe, die Ihre Lösung braucht.

-  **2.500 € PREISGELD**
-  **MITGLIEDSCHAFT IM PROSTEP IVIP VEREIN**
-  **ZUGANG ZU DEUTSCHLANDS FÜHRENDER PLM-, MBSE- UND SOFTWARE-DEFINED PRODUCTS-COMMUNITY**
-  **DIREKTER KONTAKT ZU INNOVATIONSFÜHRERN UND ENTSCHEIDERN**
-  **TEILNAHME AN EXKLUSIVEN PROJEKTGRUPPEN UND ZUGANG ZU AKTUELLEN FORSCHUNGSERGEBNISSEN**

Sie pitchten – das Publikum entscheidet live per Event-App – und innerhalb weniger Minuten wird der Gewinner direkt auf der Bühne gekürt!

SYMPOSIUM
14/15.04.26
KAP Europa
Frankfurt

BEWERBEN SIE SICH JETZT!

Voraussetzung: Ihr Start-up ist maximal 4 Jahre alt und fokussiert sich auf industrielle digitale Transformation. Eine bestehende Mitgliedschaft bei prostep ivip ist nicht erforderlich!

Sollten wir Ihr Unternehmen für den Pitch auswählen, erhält Ihr Vortragender eine freie Eintrittskarte für das gesamte zweitägige Symposium.

Sichern Sie sich Ihre Chance auf Preisgeld, Sichtbarkeit und ein Netzwerk, das Ihre Innovation voranbringt.



**ALLE INFORMATIONEN
UND BEWERBUNG:**
www.symposium.de

**PREMIUM
PARTNER**





Fraunhofer IEM



Kontakt

Stephan Stieren
Scientific Automation
stephan.stieren@iem.fraunhofer.de

Das Fraunhofer IEM (Fraunhofer Institut für Entwurfstechnik Mechatronik) in Paderborn ist ein führendes Forschungsinstitut für intelligente technische Systeme und modernes Engineering. Im Zentrum steht die Entwicklung innovativer Methoden für das Engineering der Zukunft – von der Geschäftsidee bis zur Markteinführung. Das Institut setzt auf einen interdisziplinären Ansatz, der Advanced Systems Engineering, modellbasierte Entwicklung, Agilität und KI-gestützte Werkzeuge kombiniert. KI wird in allen Phasen des Engineerings eingesetzt, etwa zur Beschreibung von Aufgaben in natürlicher Sprache, zur automatischen Programmgenerierung und zur Qualitätssicherung. Digitale Zwillinge und automatisierte Toolchains ermöglichen eine durchgängige virtuelle Produktentwicklung. Hybride Modellierungs- und Simulationsansätze verbinden datenbasierte und physikalische Modelle, um adaptive und erklärbare Systeme zu schaffen.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Softwareentwicklung für komplexe mechatronische Systeme. Hier kommen KI-basierte Methoden für Codegenerierung, Systemintegration und automatisiertes Testing zum Einsatz. Im Bereich Robotik forscht das IEM an der intelligenten Steuerung und Zusammenarbeit von Robotersystemen, insbesondere Cobots und mobilen Robotern, sowie an KI-gestützten Automatisierungslösungen für die Produktion.

Die entwickelten Lösungen finden breite Anwendung in der Automobilindustrie, im Maschinenbau, in der Softwareentwicklung und in der Produktionsautomatisierung. Nachhaltigkeit und Digitalisierung sind zentrale Bestandteile der Strategie: Das IEM unterstützt Unternehmen bei der Transformation zu nachhaltigen, zirkulären Wertschöpfungsketten und entwickelt Lösungen für Life Cycle Assessment, digitale Produktpässe und Green-by-Design-Ansätze. Mit der IEM Academy bietet das Institut ein umfangreiches Weiterbildungsangebot für Fach- und Führungskräfte, um Kompetenzen für das Engineering der Zukunft gezielt zu fördern.



Kontakt

Aschot Hovemann
Advanced System Engineering
aschot.hovemann@iem.fraunhofer.de



Synera

Synera ist eine KI-Agentenplattform, die Engineering-Prozesse um das Zehnfache beschleunigt, Komplexität reduziert und Kosten kontrolliert. Seit der Gründung 2018 in Bremen, ergänzt durch einen Standort in Boston, integriert Synera über 70 CAx-Tools führender Anbieter wie Altair, Autodesk, Hexagon, PTC und Siemens. Zu den Kunden zählen OEMs, Tier-1-Zulieferer, sowie 12 der globalen Fortune-500 im Manufacturing-Bereich.

Darüber hinaus arbeitet das Unternehmen mit Fahrzeugtechnologie-Spezialisten wie ARRK und EDAG sowie weltweit führenden Beratungsunternehmen wie Accenture und Capgemini zusammen.

Syneras KI-Agenten arbeiten Seite an Seite mit Ingenieurteams, nutzen über 100.000 Workflows und ermöglichen so eine exponentielle Skalierung der Engineering-Kapazitäten.

Moritz Maier
CEO Synera GmbH
info@synera.io



Kontakt



Willert Software Tools GmbH

Willert Software Tools wurde 1992 gegründet und verfügt über jahrzehntelange Erfahrung in der Entwicklung komplexer Systeme und Software. Wir unterstützen unsere Kunden bei der Auswahl, Bereitstellung und Anwendung geeigneter Tools, Prozesse und Methoden für anspruchsvolle Entwicklungsprojekte. Wir bieten marktführende System- und Software-Engineering-Tools, sowie leistungsstarke Add-ons für durchgängige Tool-Lösungen. Unsere Kunden kommen aus den Bereichen Automobil, Luft- und Raumfahrt, Verteidigung, Eisenbahn, Medizintechnik und anderen regulierten Branchen. Mit unserer Hilfe bringen sie ihre Produkte schneller und in höherer Qualität auf den Markt, indem wir Entwicklungswerkzeuge integrieren, die Produktivität der Teams steigern und die Zusammenarbeit im Team fördern.



Joachim Engelhardt
MBSEngineer, Trainer & Coach
jengelhardt@sodiuswillert.com

Kontakt

DIGITAL THREAD EXPERTS

Connecting People, Processes
and Systems



www.prostep.com

Folgen Sie uns auf Social Media.



Standardization Strategy Board (SSB)

Peter Tabbert, :em engineering methods AG

Das Standardization Strategy Board (SSB) entwickelt strategische Empfehlungen für den Einsatz von Engineering-IT-Standards im unternehmensübergreifenden Systems Engineering. Dabei adressiert das SSB aktuelle Herausforderungen im Hinblick auf die synchrone, unternehmensübergreifende Zusammenarbeit in der Produkt- und Systementwicklung. Ziel ist es, einen durchgängigen digitalen Entwicklungsprozess auf Basis interoperabler Standards über Unternehmensgrenzen hinweg zu ermöglichen.

Standardization Strategy Board (SSB)

33

IT-Standards sind für unternehmensübergreifendes Systems Engineering unverzichtbar – doch welche eignen sich dafür am besten?

Mit dieser Frage beschäftigt sich das Standardization Strategy Board (SSB), eine gemeinsam durch den prostep ivip Verein und dem Verband der Automobilindustrie (VDA) finanzierte und vom prostep ivip Verein gehostete Projektgruppe. Die Projektgruppe wurde 2016 mit der Vision gegründet, unternehmensübergreifendes Systems Engineering (Collaborative Systems Engineering – CSE) auf Basis von Engineering IT-Standards zu ermöglichen und zu fördern.

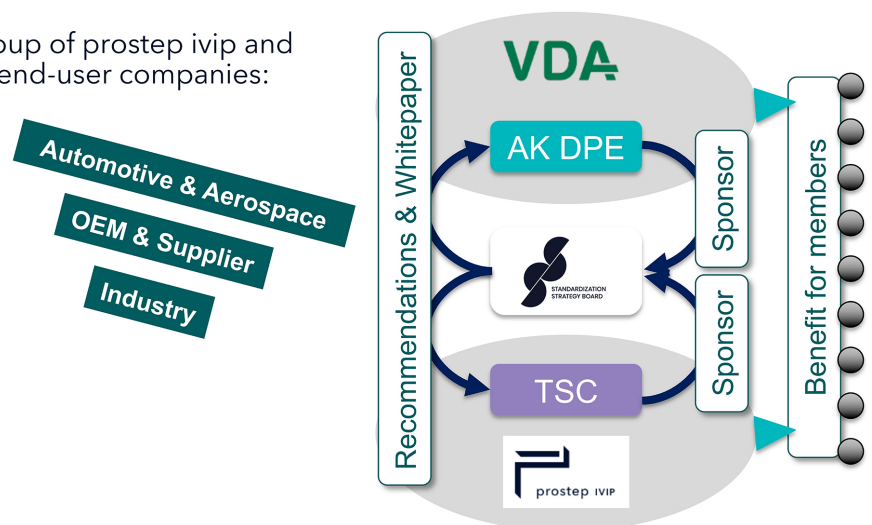
Zur Umsetzung dieser Vision analysiert das SSB kontinuierlich relevante Standards, bewertet deren Reifegrad und leitet daraus strategische Empfehlungen für deren Anwendung ab. Ziel ist eine durchgängige Abdeckung der im CSE-Prozess benötigten Geschäftsobjekte – insbesondere im Kontext von virtuellen Prototypen und Digitalen Zwillingen in der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit. Dabei nutzt das SSB das V-Modell der Produktentwicklung – ein Vorgehensmodell, das die Produktentwicklung als sequenziellen Prozess mit korrespondierenden Verifikations- und Validierungsschritten darstellt – um Standards systematisch den Phasen des Systems Engineering zuzuordnen, Defizite und Handlungsbedarfe zu identifizieren und diese an geeignete Gremien oder andere Projektgruppen im Verein weiterzugeben.

Neben der technischen Analyse adressiert das SSB auch strategische Herausforderungen, die sich aus aktuellen Entwicklungen in der Produktentwicklung und dem Collaborative Systems Engineering ergeben. Die folgenden Themenfelder zeigen exemplarisch, wie das SSB diese Herausforderungen aufgreift und in konkrete Initiativen überführt.

Since 2016 project group of prostep ivip and VDA AK DPE with the end-user companies:

- **AIRBUS**
- **AUDI**
- **AVL**
- **BMW**
- **BOSCH**
- **CONTINENTAL**
- **MERCEDES-BENZ**
- **PORSCHE**
- **SCHAEFFLER**
- **SIEMENS**
- **STELLANTIS**
- **VOLKSWAGEN**
- **ZF**

Project coordination by :em



PLM IT-Architekturen und synchrone Kollaboration

Ein zentrales Handlungsfeld für unternehmensübergreifendes Systems Engineering ist die Gestaltung leistungsfähiger PLM IT-Architekturen und die Unterstützung synchroner Kollaborationsprozesse.

Bereits 2024 führte das SSB eine prostep ivip-weite Umfrage durch, um die Relevanz von Engineering IT-Standards in den Produktentwicklungsprozessen der Mitgliedsunternehmen zu ermitteln. Im Fokus standen die Anforderungen an PLM-IT Architekturen und die Fähigkeit, eine durchgängige und synchrone Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg zu ermöglichen.

Die Ergebnisse dieser Umfrage wurden im Frühjahr 2025 im prostep ivip White Paper „Relevance of Engineering IT Standards for Collaboration and Future PLM Architectures“ veröffentlicht.

Software Defined Products (SDP)

Mit dem zunehmenden Einfluss von Software auf Produkte und Systeme verändert sich die Produktentwicklung grundlegend. Software Defined Products (SDP) – also Produkte, deren Funktionsumfang und Verhalten maßgeblich durch Software bestimmt werden – stellen neue Anforderungen an Prozesse, Tools und Standards.

Das SSB griff diese Entwicklung bereits 2021 auf und führte eine Umfrage unter den Mitgliedsunternehmen durch. Die Ergebnisse wurden 2022 im prostep ivip White Paper „Flow of Software Components“ veröffentlicht und bilden die Basis für weitere Aktivitäten im Verein.

Ein Meilenstein war der Software Day 2024, der vom SSB initiiert wurde. Neben Fachbeiträgen zur Entwicklung Embedded Software und produktnaher Software wurden dort auch neue Herausforderungen identifiziert, die nun in verschiedenen Projektgruppen – unter anderem auch im SSB – bearbeitet werden.

Sustainability – Die Herausforderung unserer Zeit

Ein weiteres zukunftsweisendes Thema, das das SSB adressiert, ist die Nachhaltigkeit – unter anderem auch der verantwortungsvolle Umgang mit Materialien und Substanzen sowie die Einhaltung relevanter Standards und Regularien.

2025 führte das SSB eine prostep ivip-weite Umfrage durch, um die Herausforderungen und Lösungsansätze zur Einhaltung regulatorischer Anforderungen im Bereich Nachhaltigkeit zu erfassen. Die Ergebnisse werden derzeit ausgewertet und sollen am **3. Dezember 2025** im Rahmen des vom SSB initiierten und vom prostep ivip Verein organisierten **Sustainability Day** vorgestellt und diskutiert werden. Der Sustainability Day befindet sich derzeit in der Planungsphase und wird interessante Beiträge aus den Häusern der prostep ivip Vereinsmitglieder bieten – vorgetragen von Verantwortlichen für das Thema Nachhaltigkeit in den jeweiligen Unternehmen.

Zusammenfassung & Ausblick

Die vier Themenfelder – PLM IT-Architekturen, Software Defined Products, Sustainability und die übergreifende Vision des Collaborative Systems Engineering – zeigen, wie das SSB aktuelle Entwicklungen systematisch aufgreift und innerhalb des prostep ivip Vereins. Handlungsbedarfe identifiziert. Diese werden entweder an bestehende Projektgruppen adressiert oder durch neue Initiativen gezielt bearbeitet.

Darüber hinaus veröffentlicht das SSB regelmäßig Fact Sheets zu neuen und relevanten Standards, die auf der Webseite des prostep ivip Vereins zum Download bereitstehen.



Kontakt

Projektpate
Dr. Sebastian Handschuh
Mercedes-Benz AG
sebastian.handschuh@mercedes-benz.com



Kontakt

Projektpate
Olaf Kramer
Robert Bosch GmbH
olaf.kramer@de.bosch.com



Kontakt

Projektkoordinator
Dr. Marcus Krastel
:em engineering methods AG
marcus.krastel@em.ag

Collaborative Digital Twins befähigen Live Collaboration in Engineering

Sebastian Schweigert-Recksiek, Jessica Kos, Jakob Trauer (:em engineering methods AG),
Sebastian Handschuh (Mercedes-Benz AG), Peter Gerber (SCHAEFFLER)

Die Projektgruppe Collaborative Digital Twins (CDT) ist ein gemeinsames Projekt des Vereins prostep ivip und des Verbandes der Automobilindustrie (VDA). CDT verfolgt das Ziel, eine unternehmensübergreifende, synchrone Zusammenarbeit im Engineering zu ermöglichen. Im Rahmen des Projekts wurden zentrale Konzepte und technische Grundlagen erarbeitet, die den Weg für eine neue Form der digitalen Kollaboration ebnen. Ende September fand nun der letzte vor-Ort-Workshop von CDT statt, in dem der planmäßige Abschluss des Projekts Ende des Jahres vorbereitet wurde. Die bislang erarbeiteten Ergebnisse werden in diesem Beitrag präsentiert.



Bild 1: Finaler onsite Workshop der Projektgruppe Collaborative Digital Twins (CDT) Ende September 2025 in Darmstadt

Anhand einer erfolgreichen Umsetzung einer „Digital Twin“-fähigen IT-Architektur in einem Showcase wird demonstriert, wie die Projektergebnisse dazu beitragen, Durchlaufzeiten zu verkürzen, manuelle Aufwände und Dateninkonsistenzen zu reduzieren und die Auslieferung zu beschleunigen. Diese Vorteile werden exemplarisch anhand eines End-to-End-Austauschs von Anforderungen zwischen mehreren Unternehmen aufgezeigt.

Darüber hinaus wird eine erste effektive Zusammenarbeit zwischen prostep ivip und Catena-X im Rahmen des CDT Implementors Lab vorgestellt. Die Ergebnisse des CDT-Projekts bilden die Grundlage für die neue Projektgruppe Live Collaboration in Engineering (LCE), deren Start Anfang 2026 geplant ist.

Die Projektgruppe Collaborative Digital Twins (CDT) hat sich zum Ziel gesetzt, eine unternehmensübergreifende, synchrone Zusammenarbeit im Engineering zu ermöglichen.

Ergebnisse der Projektgruppe CDT

Die Projektgruppe wurde 2022 mit dem Ziel gegründet, eine Definition und inhaltliche Ausgestaltung von Digital Twins aus Sicht von prostep ivip zu erarbeiten und aktuelle Aktivitäten zu bündeln. Trotz der Relevanz und hohen Aufmerksamkeit in Publikationen und in der Community gab es keine klare

Positionierung des prostep ivip Vereins zum Thema Digitale Zwillinge. Darüber hinaus arbeiteten mehrere bestehende Projektgruppen an Themen, die einen Bezug zu digitalen Zwillingen haben bzw. deren Ergebnisse beim Aufbau von digitalen Zwillingen genutzt werden können. CDT beheimatet und bündelt somit die relevanten Diskussionen innerhalb von prostep ivip über Digitale Zwillinge aus methodischer und technischer Sicht. Inhaltlich trägt CDT dazu bei, eine unternehmensübergreifende, synchrone Zusammenarbeit im Engineering zu ermöglichen. Im Rahmen des Projekts wurden zentrale Konzepte und technische Grundlagen erarbeitet, die den Weg für eine neue Form der digitalen Kollaboration ebnen.

Ende September haben sich Vertreterinnen und Vertreter der über 20 teilnehmenden Unternehmen in Darmstadt getroffen, um die vorläufigen Ergebnisse zu diskutieren und den planmäßigen Abschluss der Projektgruppe Ende des Jahres vorzubereiten (siehe Bild 1).

Im Rahmen des Projekts wurden folgende Themen bearbeitet:

- Branchenunabhängige Erkenntnisse und User Journeys für unternehmensübergreifende Kollaboration,
- Ontologien zur semantischen Beschreibung von Engineering-Daten,
- IT-Architekturen für den digitalen Zwilling,
- Konzepte zur domänenübergreifender Konfiguration und Variantenmanagement.

Hervorzuheben ist die Umsetzung einer CDT-fähigen IT-Architektur in einem Demonstrator, der zeigt, wie sich Durchlaufzeiten verkürzen, manuelle Aufwände reduzieren und Dateninkonsistenzen vermeiden lassen. Dies wurde exemplarisch anhand eines End-to-End-Austauschs von Anforderungen zwischen mehreren Unternehmen demonstriert.

Entwicklung eines Demonstrators

Da eine direkte Verbindung von IT-Umgebungen industrieller User in der Projektgruppe nicht möglich war, wurde die unternehmensübergreifende Kollaboration zwischen Entwicklungspartnern im Engineering durch drei IT-Environments von Implementierungspartnern der Projektgruppe realisiert. Je ein Environment wurde von der der PROSTEP AG, der SSC-Services GmbH und Accenture aufgebaut.

Zur Validierung der entwickelten Konzepte wurde ein Demonstrator unter Beteiligung mehrerer PSI-Mitglieder realisiert. Die Implementierung basiert auf zwei User Journeys:

- User Journey 0 – Collaboration Model Setup: Definition von Kollaborationsmodellen, Rollen, Zugriffsrechten, IT-Architektur und Archivierungsmodellen.
- User Journey 1 – Collaborative Requirements Content Management: Freigabe von Anforderungen, Änderungsbenachrichtigungen, Änderungsanträge und Release-Management.

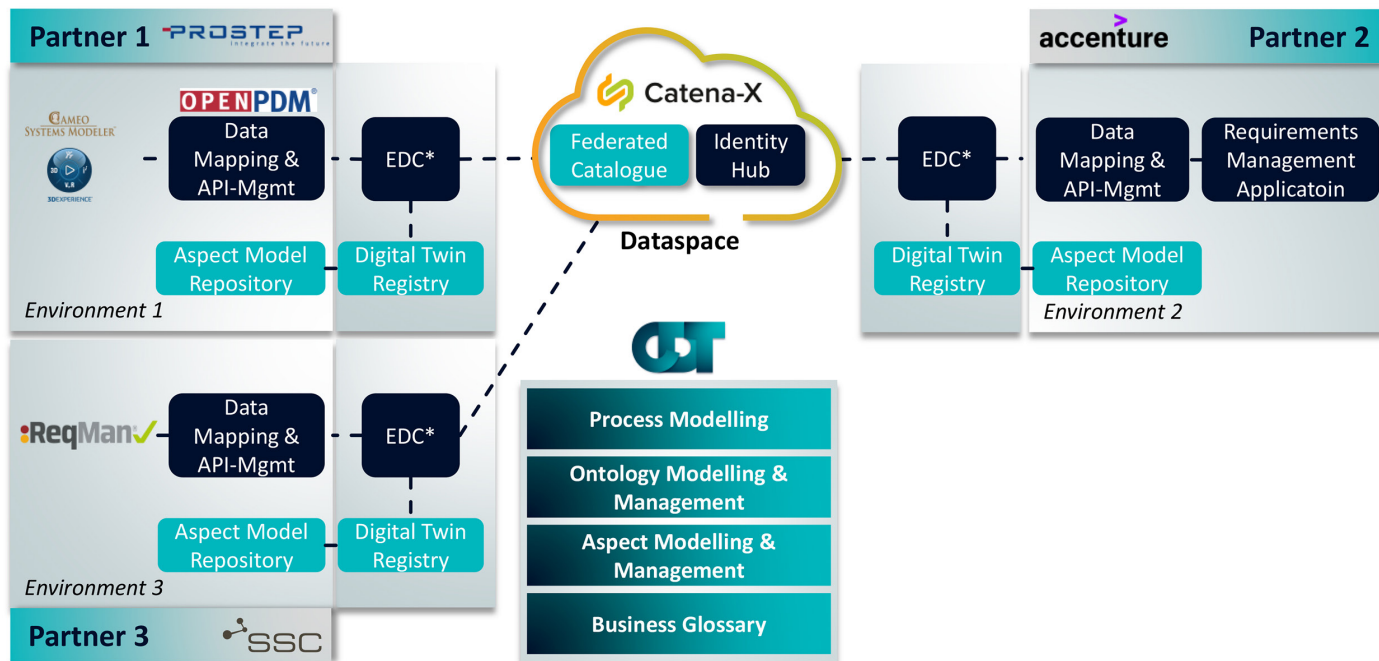


Bild 2: Architektur des CDT-Demonstrators bestehend aus drei Partner-Umgebungen

Für die gemeinsame Semantik wurde das Catena-X Aspektmodell für Anforderungen verwendet. Der Austausch erfolgte über einen auf Catena-X-Prinzipien basierenden Data Space in einer Sandbox-Umgebung. Drei Austauschpartner nutzten jeweils einen EDC-as-a-Service zur Verbindung mit dem Data Space inklusive Digital Twin Registry. In den jeweiligen Environments kamen unterschiedliche Engineering Tools zum Einsatz: ReqMan, 3DEXperience und Cameo Systems Modeller. Die Implementoren realisierten jeweils ein Data Mapping, um die Daten aus den Tools in das Austauschformat gemäß Catena-X Aspektmodell zu überführen.

Zusammenarbeit mit Catena-X

Durch ein Memorandum of Understanding (MoU) zwischen dem Catena-X-Verein und prostep ivip konnte ein direkter Austausch zwischen der CDT-Projektgruppe und der Engineering Working Group von Catena-X stattfinden.

Im Rahmen der Demonstrator-Implementierung wurde das Catena-X Aspektmodell mit den CDT-Ontologien abgeglichen. Dabei zeigte sich ein wesentlicher Unterschied: Während das Catena-X Modell domänenspezifisch ist und relevante Austausch Aspekte enthält, verfolgt CDT einen modularen Ansatz mit separaten Ontologien für domänenspezifische und prozessbezogene Aspekte. Die Core Ontologie von CDT adressiert u. a. Änderungsanträge, Feedback und Versionierung. Diese Trennung erlaubt eine flexible Wiederverwendung prozessspezifischer Komponenten in verschiedenen Domänen.

Trotz dieser Unterschiede konnte das Catena-X-Aspektmodell für die Implementierung im CDT-Demonstrator verwendet werden und zeigt somit die praxisnähe der CDT-Ergebnisse. Ein Mapping zwischen den Aspektmodellen stellt sicher, dass die CDT-Ontologie durch das Catena-X-Aspektmodell abgebildet werden kann.

Ausblick: Live Collaboration in Engineering (LCE)

Die Ergebnisse des CDT-Projekts bilden die Grundlage für die neue Projektgruppe Live Collaboration in Engineering (LCE), deren Kick-off Anfang 2026 geplant ist. Ziel ist es, die entwickelten Konzepte weiterzuführen und die Live-Zusammenarbeit im Engineering weiter zu stärken.

Die Initiative LCE verfolgt das Ziel, eine synchronisierte, förderierte Echtzeit-Zusammenarbeit entlang des gesamten V-Modells zu ermöglichen – von den Anforderungen über die Entwicklung bis hin zur Integration und zum Testing.

Dabei stehen folgende Schwerpunkte im Fokus:

- **Standardisierung realer Anwendungsfälle:** LCE leitet praxisnahe Use Cases aus der Industrie ab und standardisiert diese für die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit entlang des V-Modells.
- **Nutzung von Dataspaces:** Aufbauend auf bewährter Dataspace-Technologie liefert LCE strategische Orientierung für angrenzende Initiativen – inklusive abgestimmter Semantik und Ontologien.
- **Ermöglichung software-definierter Produkte:** Durch den Einsatz fortschrittlicher Digital-Twin-Technologien, Variantenmanagement und Datenstandardisierung unterstützt LCE die Entwicklung software-definierter Produkte.
- **Praxisnahe Umsetzung:** Die Potenziale vernetzter, synchroner Zusammenarbeit werden anhand eines gemeinsamen Demonstrators greifbar gemacht und praxisnah vermittelt.
- Mit LCE wird die Vision des CDT-Projekts weiterentwickelt – hin zu einer zukunftsfähigen, digitalen und kollaborativen Engineering-Landschaft.
- Organisiert ist die Projektgruppe in vier Arbeitspaketen (siehe Bild 3):
- Arbeitspaket 0: **Orga, Strategic Networking with other Project Groups & Initiatives, Business Value**
- Arbeitspaket 1: **Cross-Industry Exchange On Boundary Conditions of Collaboration**
- Arbeitspaket 2: **Use Cases for LCE** (bestehend aus Teilprojekt A: User Journeys und Teilprojekt B: Ontologies)
- Arbeitspaket 3: **IT-Implementation & Showcase** (geleitet von zwei Co-Leads, die die Perspektive von industriellen Anwender*innen und Vendors bzw. Implementoren vertreten)
- **Sie möchten Teil der neuen LCE-Projektgruppe werden?**
Dann lassen Sie uns Ihr Interesse wissen – scannen Sie einfach den QR-Code und füllen Sie die kurze Umfrage aus.

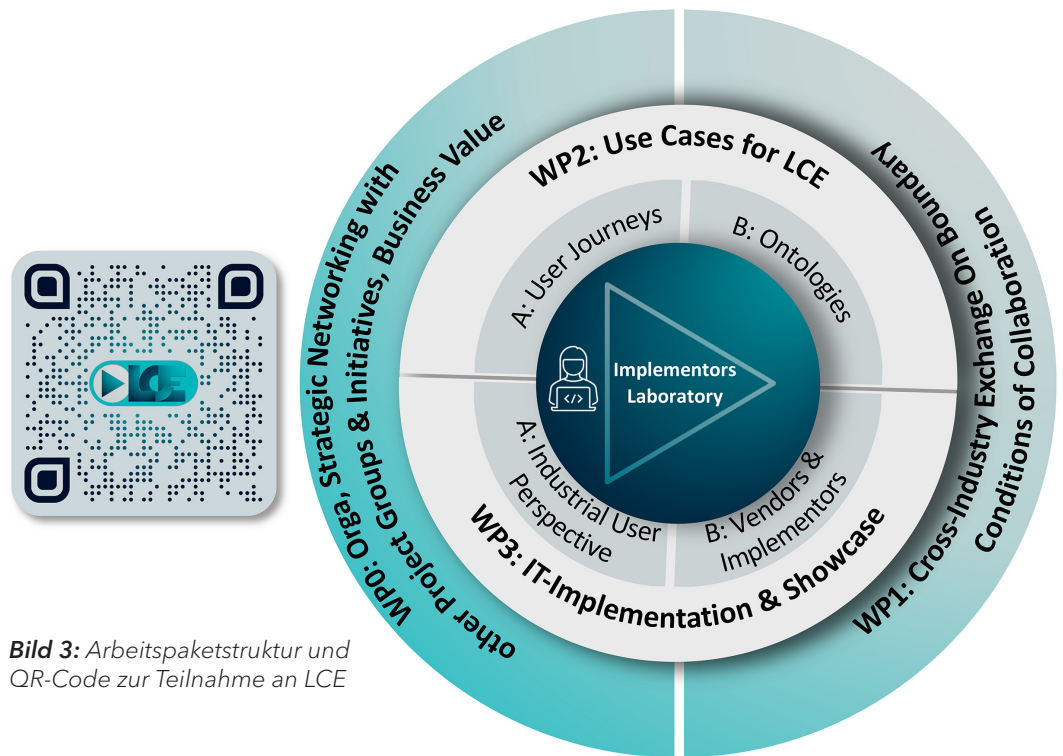


Bild 3: Arbeitspaketstruktur und QR-Code zur Teilnahme an LCE

Abschluss und Empfehlung

Das CDT-Projekt wurde mit einem letzten Workshop abgeschlossen. Als Empfehlung wird ein gemeinsamer Auftritt beim psi Symposium am prostep ivip Messestand vorgeschlagen, bei dem der Demonstrator präsentiert und eine geführte Tour angeboten wird. Die erste vollständige End-to-End-Kette – von der User Journey über den Datenstandard bis zur technischen Implementierung – wurde am Beispiel des Anforderungsaustauschs erfolgreich realisiert.



Kontakt

Projektpate
Peter Gerber
SCHAEFFLER
peter.gerber@schaeffler.com



Kontakt

Projektpate
Dr. Sebastian Handschuh
Mercedes-Benz AG
sebastian.handschuh@mercedes-benz.com



Kontakt

Projektkoordinator
Sebastian Schweigert-Recksiek
em engineering methods AG
Sebastian.Schweigert-Recksiek@em.ag

Smart Systems Engineering (SmartSE) **Standards für simulations- gestütztes Systems Engineering in vernetzten Lieferketten**

Hans-Martin Heinkel, Robert Bosch GmbH
Philipp Thorwarth, BHC GmbH

Die Entwicklung komplexer mechatronischer Systeme, etwa in der Automobil- oder Luft- und Raumfahrt-industrie, steht zunehmend unter dem Druck, schneller, effizienter und kostengünstiger zu erfolgen. Ein zentraler Hebel hierfür ist der Einsatz von Systems Engineering-Methoden in Kombination mit virtueller Absicherung durch Simulation. Da diese Entwicklungsprozesse typischerweise über mehrere Ebenen der Zulieferkette verteilt sind, entsteht ein dringender Bedarf nach standardisierten Simulationsprozessen und interoperablen Datenformaten, um Modelle und relevante Informationen effizient zwischen Partnern austauschen und wiederverwenden zu können.



Die Projektgruppe SmartSE

Vor diesem Hintergrund hat sich die Projektgruppe Smart Systems Engineering (SmartSE) des prostep ivip Vereins zum Ziel gesetzt, anwendungsnahe Konzepte für die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit im simulationsgestützten Systems Engineering zu entwickeln. In der aktuellen Projektphase 6 (2025-2027) konzentriert sich die Gruppe aus über 25 Unternehmen auf vier zentrale Themenbereiche:

1. Best Practices für Simulation in Netzwerken und Lieferketten

Entwicklung praxisnaher Empfehlungen für den Einsatz von Simulationen mit Fokus auf Nachvollziehbarkeit und Glaubwürdigkeit.

2. Umgang mit Abstraktionsebenen in der Lieferkette

Erarbeitung von Ansätzen zur Modellierung und Kollaboration über verschiedene Lieferantenstufen hinweg – insbesondere im Hinblick auf unterschiedliche Abstraktionsebenen und Modellierungsansätze.

3. Virtuelle Steuergeräte (V-ECUs)

Analyse technischer und organisatorischer Herausforderungen beim Austausch von V-ECUs sowie Definition konkreter Anforderungen für die Erweiterung bestehender Standards.

4. Standard-Hub für SmartSE-relevante Formate

Aufbau eines zentralen Hubs für Standards wie FMI, SSP, SSP Traceability und SysML, inklusive Unterstützung bei der Erstellung von Demonstratoren und Use-Cases. Die Ergebnisse fließen direkt in die Weiterentwicklung der Standards ein. Die Zusammenarbeit erfolgt sowohl mit internen Gruppen wie „Collaborative Digital Twin“ als auch mit externen Partnern wie JAMBE.

MIC Core – Harmonisierung von Metadatenstandards

Ein zentrales Ergebnis der SmartSE-Aktivitäten im Jahr 2024 ist die Entwicklung der MIC Core-Spezifikation – ein frei verfügbarer Standard zur Harmonisierung von Metadatenattributen für Simulationsmodelle. Ziel ist es, Mehrdeutigkeiten und Inkompatibilitäten zwischen bestehenden Standards zu vermeiden und eine gemeinsame Basis für den Austausch und die Wiederverwendung von Modellen zu schaffen.

Die Spezifikation richtet sich an Entwickler von Metadatenformaten, die durch Konformitätserklärung die MIC Core-Attribute übernehmen und in ihre Standards integrieren können. Die semantische Versionierung erlaubt eine kontrollierte Weiterentwicklung und Erweiterung. MIC Core basiert auf der langjährigen Zusammenarbeit zwischen IRT SystemX und prostep ivips SmartSE und ist offen für eine zukünftige Überführung in eine offizielle Standardisierungsorganisation.

Die internationale Relevanz von MIC Core zeigt sich in den jüngsten Kooperations- und Alignment-Aktivitäten:

- 2024 erfolgte ebenfalls eine erfolgreiche Abstimmung mit dem japanischen Projekt JAMBE (Japan Automotive Model-Based Engineering). Dieses Alignment stärkt die globale Interoperabilität und unterstreicht die strategische Bedeutung von MIC Core.
- 2025 wurde daraufhin ein weiterer Meilenstein erreicht: Die Attribute von MIC Core wurden mit dem etablierten LOTAR-Standard (Long-Term Archiving and Retrieval) harmonisiert. Dieses Alignment ermöglicht eine konsistente und nachvollziehbare Langzeitarchivierung von Simulationsmodellen und deren Metadaten.

Das entsprechende Mapping sowie weiterführende Informationen sind als Anhang B auf der offiziellen MIC Core Homepage verfügbar. Der Abschnitt B4 bietet zudem detaillierte Einblicke in den LOTAR-Standard und die dahinterstehende Organisation.

Veröffentlichungen und Öffentlichkeitsarbeit

Zur besseren Sichtbarkeit und Verständlichkeit der Aktivitäten rund um Smart Systems Engineering wurde im Mai 2025 die SmartSE Recommendation V4 veröffentlicht. Diese umfassende Empfehlung dokumentiert die Ergebnisse und Erkenntnisse der Projektgruppe aus den letzten Jahren und bildet die Grundlage für die strategische Weiterentwicklung simulationsgestützter Methoden im Systems Engineering. Sie enthält unter anderem:

- das SmartSE V-Modell zur strukturierten Entwicklung vernetzter mechatronischer Systeme,
- konkrete Use-Cases und Interaktionsszenarien,
- Anforderungen an Simulationsmodelle für kollaborative Szenarien,
- sowie Empfehlungen zu Prozessen, Standards und organisatorischen Rahmenbedingungen.

Auf Basis dieser Empfehlung wurde ein Executive Summary erstellt, das die zentralen Inhalte und Zielsetzungen kompakt zusammenfasst. Es richtet sich insbesondere an Entscheidungsträger, Fachabteilungen und Organisationen, die sich schnell einen Überblick über die Relevanz und den Nutzen simulationsgestützter Standards im Systems Engineering verschaffen möchten.

Beide Dokumente – die Recommendation V4 und das Executive Summary – sind über die offizielle Homepage des prostep ivip Vereins frei zugänglich und leisten einen wichtigen Beitrag zur Verbreitung der Projektergebnisse sowie zur Förderung der internationalen Zusammenarbeit im Bereich modellbasierter Entwicklung und Simulation.

Fazit

Die Projektgruppe SmartSE zeigt, wie durch gezielte Standardisierung und internationale Zusammenarbeit die Grundlage für ein effizientes, simulationsgestütztes Systems Engineering geschaffen wird. Mit der MIC Core-Spezifikation und dem Alignment mit Standards wie JAMBE und LOTAR wurde ein wichtiger Schritt zur Harmonisierung von Metadaten erreicht. Die Veröffentlichung der Recommendation V4 und des Executive Summary stärkt die Sichtbarkeit und unterstreicht die strategische Bedeutung der Ergebnisse für Industrie und Forschung.



Kontakt

Projektpate
Hans-Martin Heinkel
Robert Bosch GmbH
hans-martin.heinkel@de.bosch.com



Kontakt

Projektkoordinator
Philipp Thorwarth
BHC GmbH
philipp.thorwarth@b-h-c.de



Das prostep ivip Symposium ist die größte neutrale Plattform, auf der sich die Zukunft der Industrie trifft. Einmal im Jahr. Mit allem, was zählt.

Warum teilnehmen? Bis zu 5 parallele Vortragstracks, praxisnahe Workshops und die Expert Corner liefern sofort anwendbares Know-how zu KI, Datenvernetzung und Industrie 4.0. Ausstellung auf zwei Ebenen. Zwei Networking-Abende bringen Sie mit den richtigen Leuten zusammen.

Warum ausstellen? Ihre Lösung vor Entscheidern, die aktiv nach Innovation suchen. Direkter Draht zu Experten aus Automotive, Aerospace, Maschinenbau und IT. Neutrale Bühne, maximale Sichtbarkeit.

Seien Sie dabei, wenn sich die Industrie neu erfindet.

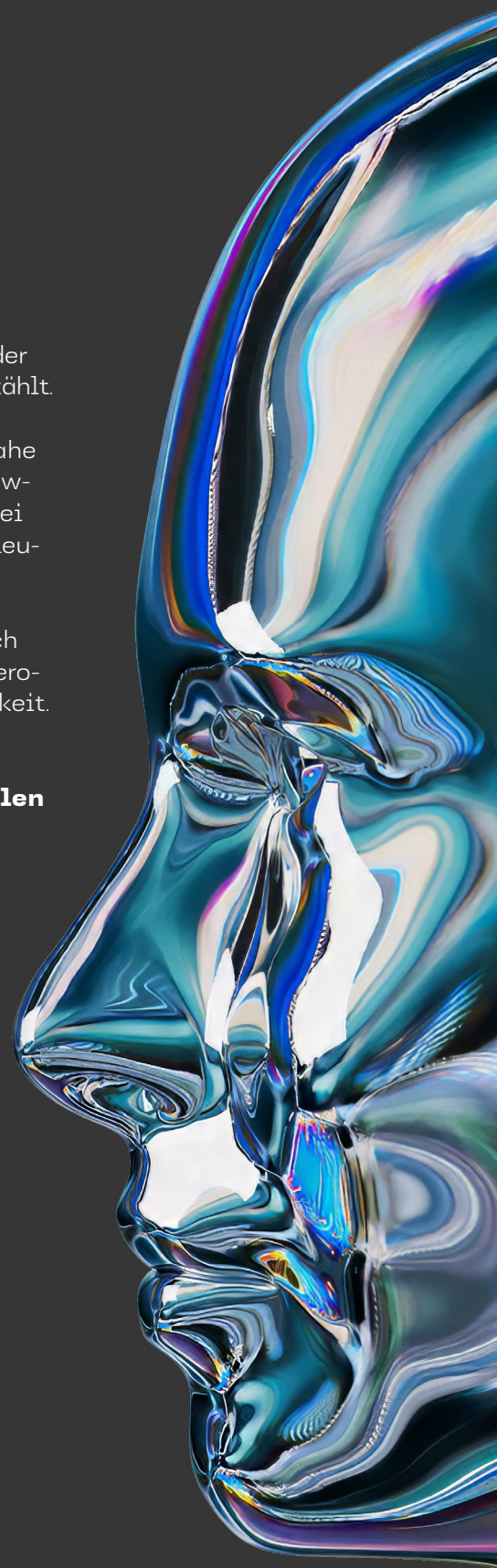
prostep ivip Symposium. Das Jahres-Highlight der digitalen Transformation.

- **SOFTWARE DRIVEN PRODUCTS**
- **DIGITAL TWINS**
- **VIRTUAL PRODUCT CREATION**
- **AUGMENTED & VIRTUAL REALITY**
- **SUSTAINABILITY & GREEN TECHNOLOGIES**
- **FUTURE COLLABORATION PLATFORMS**
- **ARTIFICIAL INTELLIGENCE**
- **TRACEABILITY AND MANY MORE!**



**EARLY BIRD BIS 31. JANUAR 2026
RABATT FÜR MITGLIEDER UND
NICHT-MITGLIEDER.**

symposium.de





**SYMPOSIUM
14/15.04.26
KAP Europa
Frankfurt**

THE NEXT FRONTIER:

AGENTIC AI AND THE RISE OF SOFTWARE- DEFINED INDUSTRY

**PREMIUM
PARTNER**



Überprüfung Technischer Zeichnungen mit Künstlicher Intelligenz

Automatisierte Zeichnungsprüfung

Dr. Tobias Beutel, Volkswagen AG
Jann Pehle, Dr. Christian Kohlschein, Accenture

Technische Zeichnungen sind ein elementarer Baustein des Produktentstehungsprozess im Automobilsektor. Ihre Prüfung, u. a. auf formale Kriterien, wird durch Experten des Produktdatenmanagements in einem manuellen Prozess zeitaufwendig durchgeführt. Im Rahmen eines Projektes wurde nun ein KI-basiertes Tool, der Zeichnungsprüfungsassistent (ZPA) entwickelt, der den Prüfprozess automatisiert flankiert und sich dabei Methoden der Computer Vision bedient.

Automatisierte Zeichnungsprüfung

49

Der Bitkom e.V. zufolge ist künstliche Intelligenz (KI) über 90% der Deutschen ein Begriff [1]. KI findet aber nicht nur auf der Begriffsebene, sondern auch ganz praktisch in der Anwendung durch die leichte Zugänglichkeit von OpenAIs ChatGPT & Co. den Eingang ins Privatleben – sei es bei der Texterstellung, Übersetzung von Fremdsprachen oder Bildgenerierung. Die Fähigkeiten generativer KI-Systeme und ihrer Bausteine, große Sprachmodelle (eng. Large Language Models, abk. LLM), haben innerhalb kurzer Zeit für eine hohe Popularität von KI in der breiten Bevölkerung und den Medien gesorgt [2].

Innerhalb der Automobilindustrie dagegen werden KI-Systeme schon seit mehreren Jahren in vielen Bereichen entwickelt und produktiv eingesetzt [3], so z. B. in der Verwaltung, im Supply Chain Management und der Produktion. Insbesondere im Bereich der Qualitätssicherung in der Produktion haben „klassische“ KI-Systeme mittels Computer Vision einen hohen Reifegrad erlangt und sind integraler Bestandteil der automobilen Fertigung [4]. Auch in der komplexen Domäne der Fahrzeugentwicklung werden KI-Systeme eingesetzt, um Abläufe effizienter, schneller und kostengünstiger zu machen. Hier werden KI-Systeme entlang der gesamten Wertschöpfungskette entlang des Produktentstehungsprozess (PEP) eingesetzt (Bild 1).

Während des PEP werden Bauteile kontinuierlich von Modellen hin zu physischen Bauteilen entwickelt. Dabei sind Technische Zeichnungen ein elementares Medium, um Informationen zwischen allen beteiligten Akteuren auszutauschen. Wenn es um die Dimensionen und Formen der Konstruktion geht, dienen digitale 3D-Modelle dazu, ungewollte Bauteilkollisionen zu vermeiden oder Produktionsabläufe bzw. ästhetische Aspekte zu überprüfen. Wenn es allerdings um physikalische Eigenschaften (z. B. Gewicht, Material) oder auch die einzuhaltenden Normen (Oberflächeneigenschaften, Beschriftungen, einzuhaltende Prüfungen) geht, sind Technische Zeichnungen seit vielen Jahrzehnten das zentrale Dokument für verlässliche Informationen.

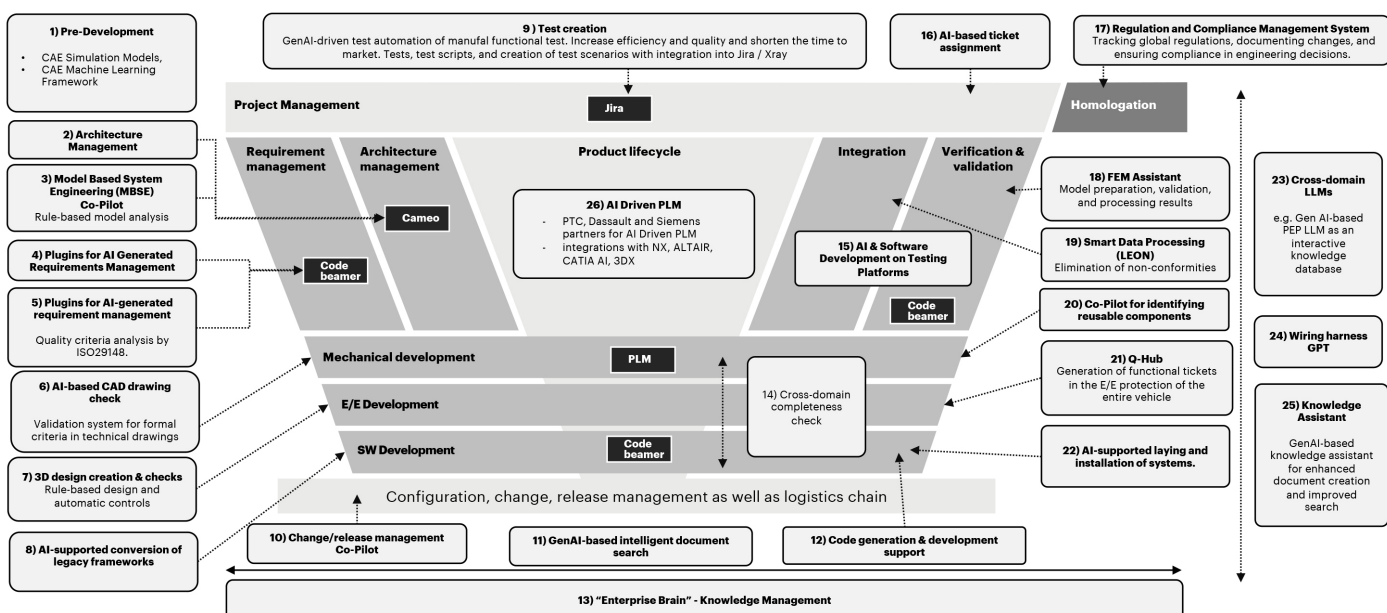


Bild 1: Ausschnitt von Accenture KI-Projekten im Engineering Umfeld

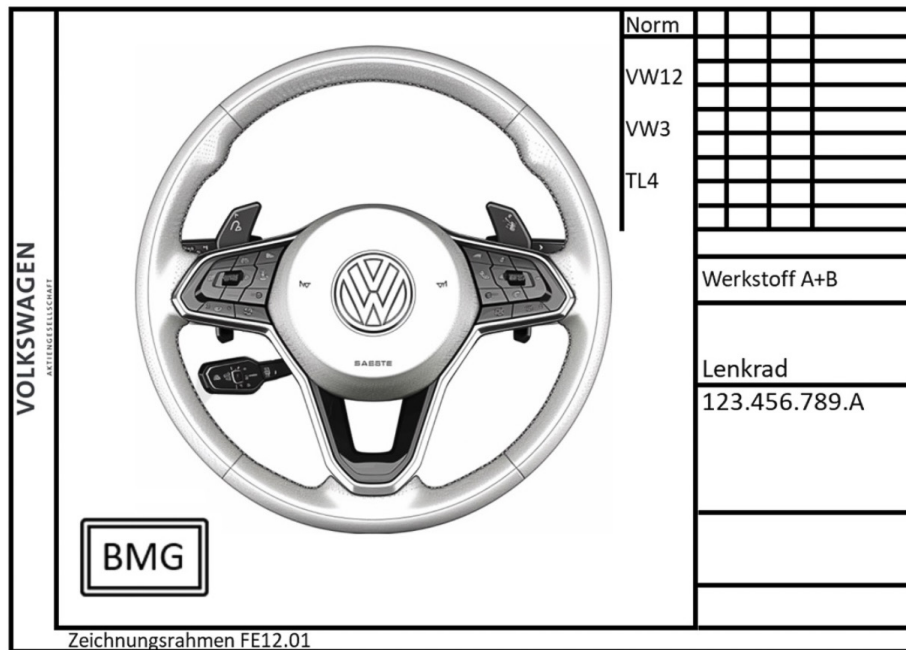


Bild 2: Technische Zeichnung mit Grundschriftfeld und BMG-Stempel (KI-generiert, rein zur Illustration)

Die Technischen Zeichnungen werden während der gesamten Produktentwicklung kontinuierlich aktualisiert. Insbesondere in der Frühen Phase – der Konzeptentwicklung – kommt es zu größeren Änderungen. Mit steigender Projektreife – der Produktentwicklung – werden Änderungen in der Regel seltener, bis letztlich die Serienreife erreicht ist. Das Erreichen einer definierten Reife eines Bauteils wird innerhalb dieser Phasen mit Hilfe von Freigaben dokumentiert, so dass für alle Schnittstellenpartner jederzeit erkennbar ist, wie verlässlich die Informationen sind.

Es wird deutlich, dass Technische Zeichnungen während des gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugprojektes eine zentrale Rolle spielen. Trotz der permanenten Weiterentwicklung dieser, ist sicherzustellen, dass jede einzelne Version eine hohe Qualität aufweist. Da die Technischen Zeichnungen auch als Vertragsanlage oder zur Homologation dienen, ist eine Prüfung der formalen Kriterien durch Experten des Produktdatenmanagements sinnvoll.

Das Ziel einer automatischen Zeichnungsprüfung ist, die aktuell bestehenden Nachteile zu beseitigen:

- Die Zeichnungsprüfung erfolgte bislang manuell. Jede neue Zeichnungsversion bedarf einer erneuten vollständigen Prüfung, auch wenn nur Teilbereiche verändert wurden. Die Automatisierung reduziert den benötigten manuellen Aufwand bei den Prüfern erheblich.
- Die Prüfung erfolgt erst nach der internen fachlichen Freigabe durch die Konstruktion. Dies führt dazu, dass erst im Anschluss in einer separaten Prüfung die eigentliche Zeichnungsprüfung durchgeführt wird. Dieses sequenzielle Vorgehen verlängert den Freigabeprozess erheblich. Eine sofortige Rückmeldung zur Freigabefähigkeit direkt nach dem Speichern würde hier Abhilfe schaffen.
- Die starke weltweite Vernetzung von Konstrukteuren, Entwicklungsdienstleistern und Lieferanten führt im Falle einer Überarbeitung von Technischen Zeichnungen zu einer indirekten Kommunikation zwischen dem eigentlichen Zeichnungsersteller und dem -prüfer. Korrekturschleifen dauern deshalb lange und müssen ggf. wiederholt werden. Die direkte Kommunikation der zu überarbeitenden Inhalte wäre sehr dienlich.
- Korrekturhinweise werden mündlich oder per E-Mail verteilt und schwanken in der Qualität stark. Wünschenswert wäre eine einheitliche, klare Kommunikation aller Aspekte mit nachvollziehbaren Hinweisen, die sich auf die konkrete Zeichnung beziehen.
- Prüfungsvorgänge können über unterschiedliche Verantwortungsbereiche hinweg einer gewissen Varianz unterliegen. Abhängig von fachlichen und organisatorischen Schwerpunkten können sich unterschiedliche Vorgehensweisen und Auslegungen etablieren. Eine einheitliche automatisiert durchgeführte Prüfung erzielt eine fachbereichs- und markenübergreifende Harmonisierung der Prüfsystematik und schafft eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

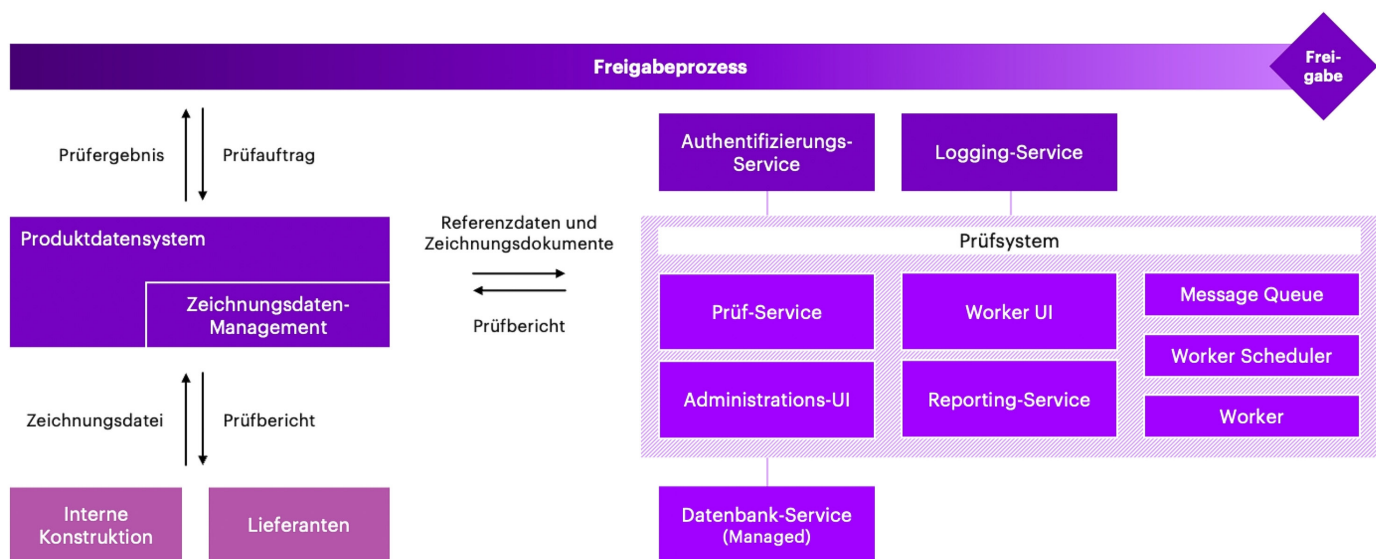


Bild 3: Ablauf- und Architekturschema

Architektur und technische Methode

Der gewählte Lösungsansatz für die automatische Prüfung Technischer Zeichnungen ist ein zentral betriebenes System, welches sich insbesondere durch die Funktionalität der Extraktion von Informationen auf Technischen Zeichnungen und die Durchführung der eigentlichen Prüfung auszeichnet.

Bild 3 zeigt den Prüfablauf und die wesentlichen Komponenten des Zeichnungsprüfungsassistenten (kurz: ZPA). Die Zeichnungsdaten (Zeichnungsdokument und Referenzdaten) werden bei Ablage bzw. Veränderung im führenden Konstruktionsdatenverwaltungssystem abgerufen, der Prüfvorgang durchgeführt und die Ergebnisse der Prüfung in Form eines detaillierten Prüfberichts an das System zurückgegeben. Der Bericht ist im Kontext der geprüften Dokumentenversion und des Konstruktionsstands für den relevanten Personenkreis sichtbar bzw. dieser kann aktiv in Kenntnis gesetzt werden, z. B. via E-Mail.

Die Kernkomponenten für die Extraktion und Prüfung werden durch weitere Services entweder in Form lokaler Systembestandteile (z. B. Nutzerschnittstellen), als durch das System verwaltete Komponenten (z. B. Datenbankinhalte) oder als Schnittstellen zu Infrastrukturfunktionen wie dem zentralen Authentifizierungsdienst ergänzt. Das lokale Aufgabenmanagement mit asynchroner Warteschlange (Message Queue) und Worker-Management ist die Grundlage für die Skalierbarkeit des Systems.

Neben der angemessenen Einordnung im Freigabeprozess wurden unterschiedliche Formate als Eingabedaten für die Prüfung diskutiert. Aufgrund des durchgehend im Produktdatensystem vorliegenden Formats und der daraus resultierenden Möglichkeit, Zeichnungen unterschiedlicher CAD-Werkzeuge einer einheitlichen Verarbeitung zuzuführen, wurden die Bilddateien der Technischen Zeichnungen als Quellformat und als technischer Lösungsansatz Computer Vision festgelegt.

Die KI-Domäne der Computer Vision beschäftigt sich allgemein gesprochen mit der Verarbeitung, Analyse und Informationsextraktion aus Bild- und Videodaten. Eine Subdomäne der Computer Vision ist die sogenannte Optical Character Recognition (OCR). Die Aufgabe von OCR ist die automatisierte Ausleitung und Umwandlung in ein maschinenlesbares Format von Zahlen, Wörtern und Texten anhand visueller Eingabedaten – die darin enthaltenen Informationen können handschriftlich oder im Printformat vorliegen. Anwendung finden kann OCR zum Beispiel beim Scannen von historischen Büchern, Verkehrsschilderkennung oder zur Verarbeitung von Anschriften auf Briefen. Ein prominentes Beispiel für das KI-Training von OCR-Systemen ist die MNIST Datenbank, die mehrere 10.000 Beispieldaten

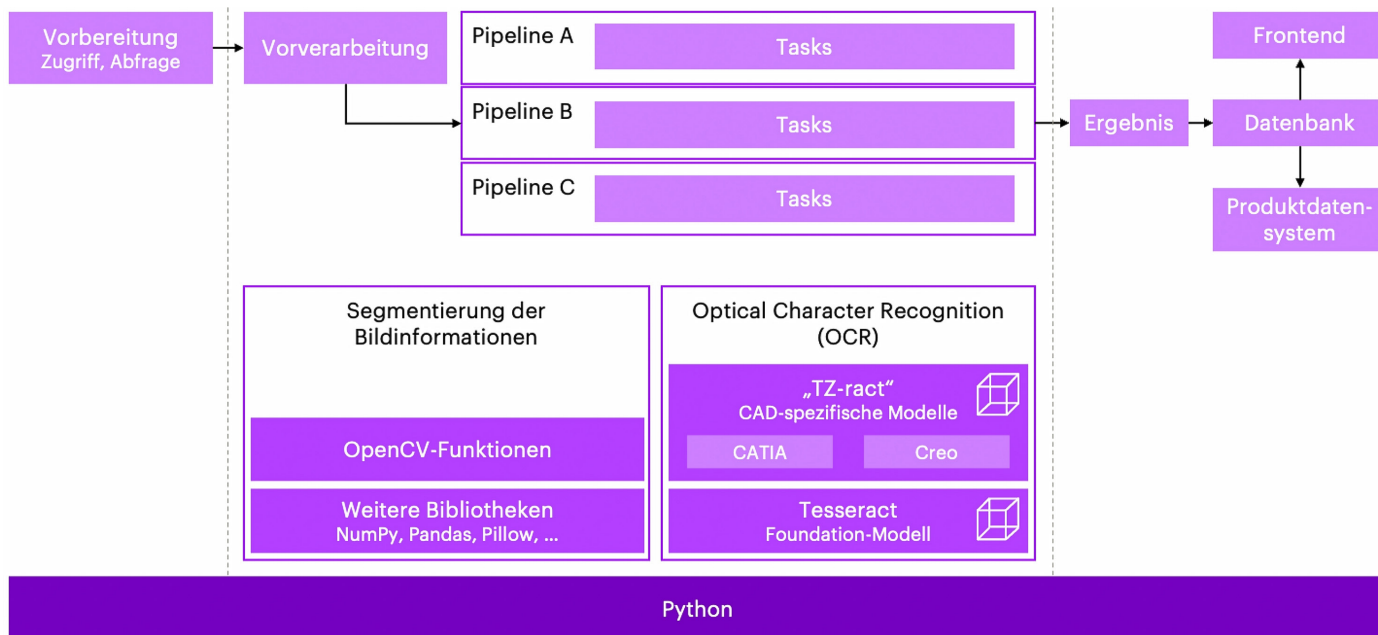


Bild 4: Technischer Verarbeitungsansatz

von Ziffern enthält [5]. Ein wesentlicher Bestandteil jedes OCR-Prozesses ist die automatische Zerlegung der ursprünglichen Eingabedaten (z. B. die Aufnahme einer Buchseite) in verschiedene Bereiche, z. B. solche, die Textelemente und solche, die Abbildungen enthalten – dieser Vorgang wird Segmentierung genannt. Die Segmente mit Textinformationen werden dann im weiteren OCR-Prozess verarbeitet. Um OCR in eine Software-Eigenentwicklung zu integrieren, gibt es verschiedene Möglichkeiten, z. B. durch Cloud-APIs, aber auch durch Offline-Programmbibliotheken und Frameworks. Eines der bekanntesten Frameworks ist Tesseract [6], das quelloffen unter der Apache-Lizenz zur Verfügung steht.

Im Zeichnungsprüfungsassistenten wird Tesseract als Grundlagenmodell genutzt und domänenspezifisch für Technische Zeichnungen unterschiedlicher CAD-Werkzeuge adaptiert. Modelle, die im ZPA zur Anwendung kommen, wurden mit überwachtem maschinellem Lernen (Machine Learning, ML) auf umfangreichen Trainingsdatensätzen mit gelabelten Ausschnitten aus Technischen Zeichnungen trainiert.

Die OCR-Funktionalität ist in eine Architektur eingebettet, welche zeichnungs- und konstruktionsteilspezifische Prüfabläufe und eine hohe Skalierbarkeit unterstützt. Die jeweiligen Verarbeitungs-Pipelines werden abhängig vom anzuwendenden Prüfablauf angesteuert (Bild 4). Eine solche Unterscheidung ist beispielsweise zwischen Einzelteilzeichnungen, Zusammenbauten und Zeichnungen mit Verwendungsbeschränkung vorzunehmen. Zusätzlich ist die Prüflogik historisiert abgebildet, so dass feingranular die für Zeichnungsversion und Prüfaspekt relevanten Kriterien zur Anwendung kommen.

Prozessintegration

Bei der Entwicklung der Zeichnungsprüfung war die nahtlose Integration in vorhandene Prozesse und damit auch in vorhandene Systeme eine zentrale Anforderung. Damit sollte vor allem der Kommunikationsaufwand reduziert und gleichzeitig die grundsätzliche Akzeptanz erhöht werden. Für den Konstrukteur (User) bedeutet dies, dass die von ihm gespeicherte Datei ohne weitere Nutzeraktion umgehend zur Überprüfung angemeldet wird. Nach der Prüfung kann innerhalb von wenigen Minuten das Prüfergebnis an der Dateiversion eingesehen werden. Somit ist zu jedem Zeitpunkt ersichtlich, ob die Zeichnung freigabefähig ist.

Das Prüfergebnis wird in aggregierter Form als Gesamtergebnis angezeigt. Bei Bedarf können die Ergebnisse aller Teilprüfungen angezeigt werden. Sollte eine Teilprüfung nicht klar bestanden worden sein, so werden dem User Hinweise zur gefundenen Abweichung gegeben. Es ist somit sehr transparent, was genau angepasst werden muss. Der User muss dann überprüfen, ob die Zeichnung angepasst werden muss, oder ob die Metainformationen zum Bauteil überarbeitet werden müssen.

Um von Beginn an im operativen System verlässliche Hinweise geben zu können, wurde vor der flächendeckenden Einführung eine Testumgebung aufgebaut. Diese ermöglichte es geschulten Usern mit Daten aus dem Produkktivsystem Tests durchzuführen, ohne dass die Ergebnisse systemseitig zurückgemeldet wurden. Dieses Testsystem ermöglichte allerdings die Testergebnisse als vorformulierte E-Mail auszugeben, so dass die Tester einen produktiven Nutzen aus dem Testsystem hatten. Der Kreis der Tester wurde mit steigender Reife kontinuierlich erweitert, zunächst über Konstruktionsbereiche, später über Marken hinweg.

Begleitet wurde die Entwicklung mit einer kontinuierlichen Kommunikation in die konstruierenden Fachbereiche und auch in die Bereiche des Produktdatenmanagements. Ziel hierbei war die frühzeitige, bestmögliche Einbeziehung aller Schnittstellenpartner. Bei mehr als 100.000 Usern des Konstruktionsdatenverwaltungssystems weltweit ist der Kommunikationsaufwand allein über Fachgremien nicht ableistbar, weshalb auch eine Onlinekommunikation mehrsprachig in unterschiedlichen Kanälen angeboten wurde.

Nach der Produktivsetzung wurden die User etwas zeitversetzt über die neuen Funktionen und den Umsetzungsstand informiert, wieder verbunden mit Verweisen auf die Online-Informationskanäle. Eine Schulung der User war wegen der Integration in das vorhandene System nicht nötig, zumal auch keine Bedienoberfläche existiert. Es stellte sich allerdings heraus, dass einige Korrekturhinweise angepasst werden mussten, um Rückfragen zu reduzieren.

Die Entwicklung des Systems erfolgte agil und in mehreren Phasen. Diese umfassten die Erstellung eines Proof-of-Concepts (PoC) als Nachweis der technischen Umsetzbarkeit und ein Minimum Viable Product (MVP) für die Darstellung des prozessualen und wirtschaftlichen Mehrwerts, bevor das System für den vollumfänglichen produktiven Einsatz auf- bzw. ausgebaut wurde. Die aktuelle Skalierungsphase fokussiert die Ausweitung auf weitere Konzernmarken und zusätzliche Anwendungsfälle im Kontext Technischer Zeichnungen.

Grundlage sämtlicher, insbesondere der initialen Phasen war die kontinuierliche Anforderungserhebung und -analyse, in welcher der organisatorische Kontext, Nutzungsziele und Rahmenbedingungen im direkten Austausch mit prozessual Beteiligten untersucht und strukturiert in Entwicklungsziele und -aufgaben überführt wurden, jeweils in enger Zusammenarbeit zwischen Product Owner (PO), Proxy-PO und dem Entwicklungsteam. Zur Evaluation der in Entwicklungssprints umgesetzten Funktionalität wurde der zuvor angeführte Testbetrieb mit Teilnehmern des Querschnitts der betreffenden direkten und indirekten Nutzer des Zeichnungsprüfungsassistenten realisiert.

Um eine erfolgreiche Übernahme des Systembetriebs durch die Konzern-IT sicherzustellen, wurde die Entwicklung anhand des unternehmensweit zur Anwendung kommenden Vorgehensmodells für die Einführung von IT-Produkten, dem IT-PEP, begleitet. Dieses sichert den Betrieb gemäß Anforderungen an technische Standards, IT-Sicherheit, Dokumentation und organisatorischen Gesichtspunkten ab. Durch die enge Zusammenarbeit in diesem Rahmen konnte der Betriebsübergang planmäßig durchgeführt und das System in den produktiven Einsatz überführt werden.

Evaluierung

Das System befindet sich im produktiven Einsatz fast aller Marken. Täglich werden bis zu 5.000 Dokumente überprüft, in manchen Stunden allein 2.000 Dokumente. Diese Lastspitzen kommen z. B. zustande, wenn Quellsysteme nach einer Unterbrechung wieder anlaufen und die Datenversorgung nachgeholt wird. Dies entspricht nicht der Anzahl der Dokumente, die vor der Automatisierung überprüft wurden. Das liegt daran, dass jetzt jede Zeichnungsversion überprüft wird, unabhängig von ihrer Reife. Vor der Systemeinführung wurden nur bereits intern freigegebene Zeichnungen zur Prüfung geschickt. Dennoch wird deutlich, dass der manuelle Aufwand und damit der Ressourcenbedarf enorm wäre.

Durch die Einführung des Systems konnte die durchschnittliche Prüfzeit von mehreren Tagen auf wenige Minuten reduziert werden. Da oft mehrere Korrekturschleifen nötig waren, ist der Hebel noch größer. Da dieser Prozess auf dem kritischen Pfad liegt konnte der Produktentwicklungsprozess gekürzt werden.

Der Effizienzgewinn lässt sich allerdings nicht nur auf den Prüfaufwand reduzieren, sondern wirkt sich zusätzlich auch auf die Konstruktion aus, die hier erhebliche Vorteile hat. Der Entwicklungsprozess hat sich nachhaltig verändert, da beispielsweise Eingaben von Lieferanten viel eher zur Korrektur gegeben werden können. So haben die Technischen Zeichnungen schon in der Frühen Phase eine deutlich bessere Qualität, da Fehler nicht bis zum Freigabeversuch mitgeschleppt werden.

Die als weitere Komponente integrierte Reporting-Funktionalität trägt zu einer erhöhten Transparenz in Bezug auf die Prüfvorgänge und die erzielte Qualität der Zeichnungen bei. In interaktiven Dashboards kann nicht nur die allgemeine Systemleistung begutachtet, sondern insbesondere Statistiken zu individuellen Prüfschritten, Erfolgsquoten und Abweichungen ausgewertet werden, um bei Bedarf entsprechende Maßnahmen einleiten zu können.

Zusammenfassung und Ausblick

Der KI-basierte Zeichnungsprüfungsassistent trägt zur fortschreitenden Digitalisierung im Produktentstehungsprozess bei. Durch die nahtlose Integration in die zugrundeliegenden Prozesse in der technischen Entwicklung (TE) der VW AG, flankiert dieses Werkzeug die mit der Prüfung betrauten Personen und Abteilungen in ihrer täglichen Arbeit. Der ZPA hat die durchschnittliche Prüfzeit wesentlich verkürzt und zu einer deutlich höheren Qualität der Technischen Zeichnungen bereits in einer frühen Entwicklungsphase beigetragen. Hiermit ist der ZPA mittlerweile ein integraler Bestandteil des PEP und hat zu seiner Verkürzung beigetragen. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor in seinem agilen Entwicklungsprozess war die effiziente und stets transparente Zusammenarbeit zwischen Fachabteilungen, Softwareingenieuren und IT.

Es ist geplant, den ZPA auch für die Extraktion weiterer Inhalte Technischer Zeichnungen zu nutzen und so zu einer weiteren Digitalisierung der TE-Wissensbasis beizutragen. Während der ZPA selbst kontinuierlich weiterentwickelt und um neue Features ergänzt wird, hat die zugrundeliegende KI-Methodologie auch das Potential, auf andere Standard-basierte Prüfprozesse im PEP erweitert zu werden. Könnten hier ähnliche Effizienzen wie bei Prüfung der Technischen Zeichnungen gehoben werden, würde sich der PEP weiter verkürzen lassen.

Fußnoten

- [1] <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Digitale-Teilhaber-Kuenstliche-Intelligenz-fast-allem-Deutschen-ein-Begriff>
- [2] <https://de.statista.com/infografik/33526/nutzung-von-ki-tools-in-deutschland/>
- [3] <https://arxiv.org/pdf/1709.01989>, „Artificial Intelligence and Data Science in the Automotive Industry“
- [4] <https://arxiv.org/pdf/2007.01857>, Deep Learning Models for Visual Inspection on Automotive Assembling Line
- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/MNIST_database
- [6] <https://github.com/tesseract-ocr>



Kontakt

Dr. Tobias Beutel
Leitung Produktdaten Digitalisierung,
Systeme Interieur & Exterieur
Volkswagen AG
tobias.beutel@volkswagen.de



Kontakt

Jann Pehle
Senior Manager Business Reinvention
Data & AI
Accenture
jann.pehle@accenture.com



Kontakt

Dr. Christian Kohlschein
Associate Director Business Reinvention
Data & AI
Accenture
christian.kohlschein@accenture.com

Generative KI in der System- und Softwareentwicklung

Uwe Möhrstädt, Fabio Isopp, Deloitte

Die rasante Entwicklung der Künstlichen Intelligenz (KI) wird maßgeblich durch den Einsatz von Large Language Models (LLMs) vorangetrieben – einer speziellen Form generativer KI. LLMs sind darauf ausgelegt, natürliche Sprache zu verstehen und menschenähnliche Texte zu erzeugen. Generative KI gilt als Schlüsseltechnologie, die das Potenzial hat, Geschäftsprozesse, auch durch hochautomatisierte agentische Systeme grundlegend zu transformieren. Sie ermöglicht die effiziente Erstellung von Inhalten in unterschiedlichen Formaten, darunter Text, Programmcode und sogar 3D-Modelle. Die Entwicklung solcher Systeme basiert auf dem Training mit umfangreichen Datensätzen und erfordert erhebliche Rechenressourcen.

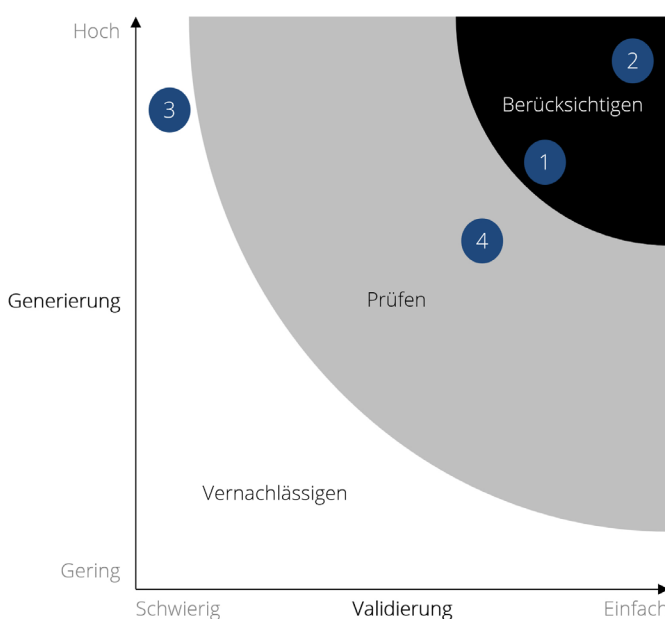
Generative KI hat in den letzten Jahren vor allem in der Systems Engineering an Bedeutung gewonnen. Sie dient als wertvoller Begleiter für Aufgaben wie Schreiben, Recherchieren, Programmieren und Entwerfen und treibt den Fortschritt in diversen Branchen voran. Ihr Potenzial zur Steigerung von Produktivität durch die zunehmende Übernahme von Arbeitsabläufen macht sie zu einem wichtigen Baustein bei der Gestaltung der Zukunft der Systems Engineering.

Die Marktprognosen sprechen für sich: Bis zum Jahr 2032 wird der globale Markt für generative KI auf über 967 Mrd. USD anwachsen – bei einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 39,6 %. Bereits 2027 werden Unternehmen weltweit mehr als 143 Mrd. USD in entsprechende Technologien investieren, was den tiefgreifenden Wandel in der digitalen Wertschöpfung unterstreicht.

Generative KI verändert damit grundlegend die Art, wie wir arbeiten, entwickeln und kommunizieren. Dieser Beitrag beleuchtet die Rolle generativer KI in der System- und Softwareentwicklung und zeigt anhand von vier Use Cases, wie Unternehmen bereits heute konkrete Mehrwerte entlang des Entwicklungsprozesses realisieren.

Eingrenzung von Anwendungsgebieten

KI entfaltet ihr volles Potenzial in Kombination mit menschlichen Eingaben. Der Sweet Spot für generative KI-Anwendungen sind Anwendungsfälle, bei denen der menschliche Aufwand bei der Generierung der Daten erheblich ist, während der Validierungsprozess unkompliziert ist. Aufgaben, die pezialisiertes Wissen oder innovative Ansätze erfordern, sind im Gegenzug meist keine idealen Kandidaten für die KI-Automatisierung.



Beispiele

- 1 Generieren von Testfällen für Softwareanwendung
Großer Aufwand, um Szenarien sowie Ein- und Ausgaben zu identifizieren. Die Validierung dieser kann einfacher sein, da Tests durchgeführt und die tatsächlichen Ergebnisse mit den erwarteten verglichen werden.
- 2 Generieren von Produktanforderungen für Neufunktion
Große Projekte können Tausende von Anforderungen generieren, die durch Überprüfung mit dem Produktteam dokumentiert und validiert werden müssen, um die Übereinstimmung mit den Projektzielen sicherzustellen.
- 3 A-SPICE Prozess-Coaching
Erfordert hochspezialisiertes Wissen oder tiefes Nischenwissen, wie z. B. Prozessverbesserungen auf Basis von A-SPICE. Diese führen oft zu falschen GenAI-Vorschlägen, die von den Experten vollständig überarbeitet werden müssen.
- 4 Simulation E/E-Steuergeräte
Komplexer Prozess, der erheblichen Aufwand und Ressourcen erfordert. Die Simulation beinhaltet das Sammeln umfangreicher Daten und die Validierung der simulierten Einheiten, was teilweise detaillierte und zeitaufwändige Verfahren erfordern kann.

Bild 1: Methodisch ermittelter KI Sweet Spot

Generative KI in der System- und Softwareentwicklung

60

Deloitte verwendet eine Methode, um die Bewertung zur Machbarkeit des Einsatzes von generativer KI für praktische Anwendungsfälle zu unterstützen. Die Methode konzentriert sich auf zwei wichtige Faktoren: den menschlichen Aufwand, der zur Generierung der Daten erforderlich ist und den Aufwand zur Validierung der KI-Ausgabe. Unter Berücksichtigung dieser Elemente werden Use Cases klassifiziert.

Use Cases entlang des V-Modells

Unsere vier Use Cases orientieren sich am V-Modell und veranschaulichen praxisnah, wie generative KI entlang des gesamten System- und Softwareentwicklungsprozesses eingesetzt werden kann.

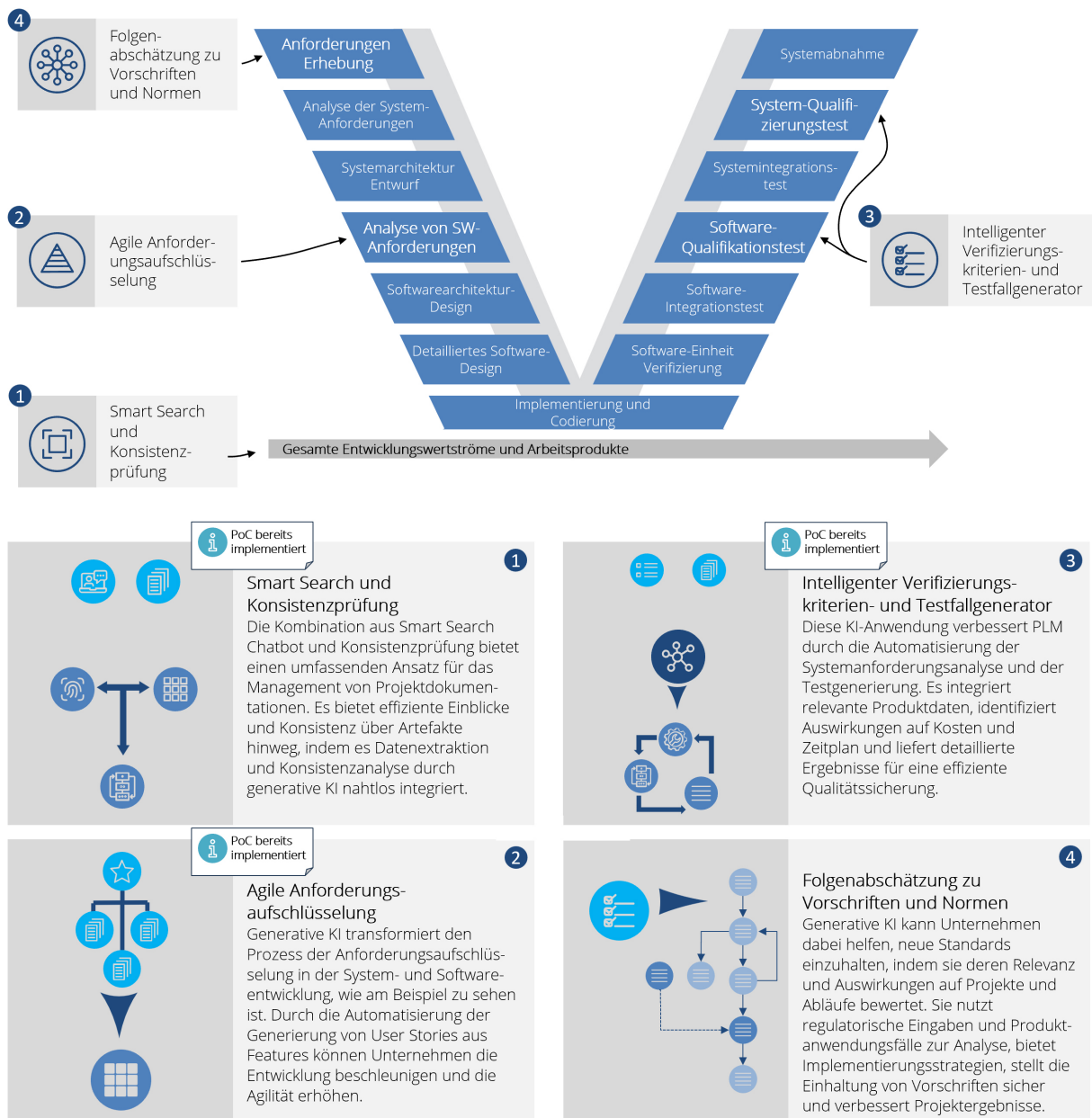


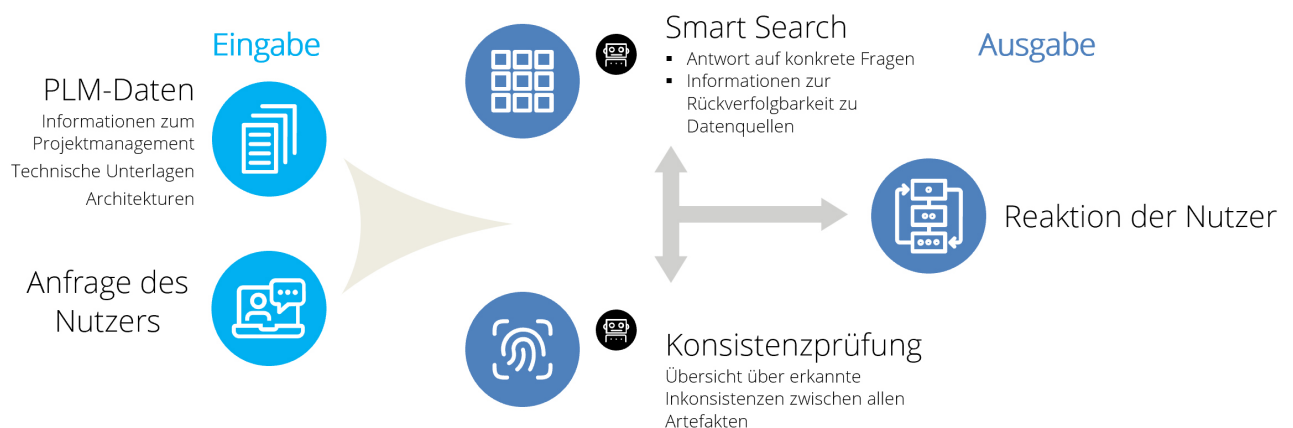
Bild 2: Übersicht Use Cases entlang des V-Modells

Use Case 1: Smart Search und Konsistenzprüfung

Der Smart Search Chatbot analysiert effizient Daten sowie technische Dokumentationen und berücksichtigt die Rückverfolgbarkeit zwischen Artefakten für ein ganzheitliches Projektverständnis. Durch die Berücksichtigung zusätzlicher Eingaben wie Produktanwendungsfällen und Geschäftsanforderungen werden nuancierte Empfehlungen gegeben. Über eine agentische Retrieval-Augmented-Generation kann das Tool Entscheidungen darüber treffen, welche Datenquellen angesteuert werden sollen.

Die Datenkonsistenzprüfung nutzt generative KI zur Analyse der Konsistenz von Product Lifecycle Management (PLM)-Artefakten. Dazu werden die Beziehungen zwischen den Anforderungen der Stakeholder, der Systemarchitektur, des Softwaredesigns und Testfällen untersucht. Ziel ist die Identifikation von Inkonsistenzen und Lücken in der Dokumentation, um letztlich durch die Umsetzung ausgegebener Lösungsvorschläge die Kohärenz der technischen Projektdokumentationen zu gewährleisten.

Durch die Integration der beiden Anwendungen etablieren wir einen umfassenden Ansatz für das Management der Projektdokumentation. Der kombinierte Prozess steigert die Effizienz, rationalisiert die Entscheidungsfindung und führt letztendlich zu verbesserten Projektergebnissen, indem Risiken reduziert und die Gesamtleistung gesteigert werden.



Legende



»» Fordern Sie eine Live-Demo des Smart Search-Chatbots PoC an! ««



Bild 3: Use Case 1

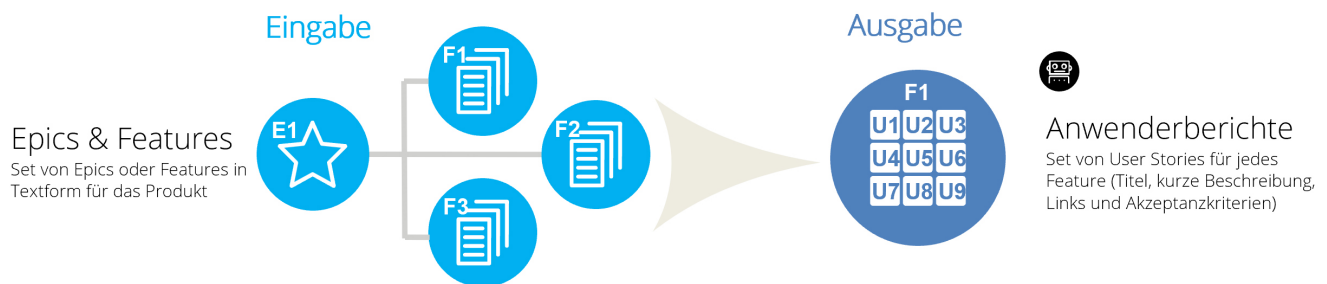
Use Case 2: Agile Anforderungsaufschlüsselung

Die Einführung von Automatisierung in den Prozess der Anforderungsaufschlüsselung trägt dazu bei, die Entwicklung zu beschleunigen und die Agilität als Reaktion auf sich ändernde Projektanforderungen zu erhöhen. Die generative KI-Technologie kann in das PLM/ALM Tooling integriert werden, um User Stories aus Funktionen unter Berücksichtigung von Akzeptanzkriterien zu generieren.

Zu den Eingaben für diesen Anwendungsfall gehören Epics oder Features, Zerlegungsanweisungen, Produktanwendungsfälle, Geschäftsanforderungen und Domänenwissen. Diese Daten helfen dem KI-System, aussagekräftige User Stories zu generieren, die auf die gegebenen Anforderungen abgestimmt sind.

Beispieldaten bestehen aus Epics, die in Features unterteilt sind, die weiter in User Stories mit Akzeptanzkriterien gegliedert werden. Diese Daten helfen dem KI-System zu verstehen, welche Anforderungen bei der Generierung der User Stories zu berücksichtigen sind und wie ihr Inhalt zu strukturieren ist. Das Ergebnis sind Features und User Stories inklusive Titel, Beschreibungen sowie Verlinkungen, die direkt zur Umsetzung durch Softwareentwickler genutzt werden können.

Insgesamt nutzt der Use Case generative KI, um die Generierung von User Stories zu automatisieren und die Anforderungsaufschlüsselung und -entwicklung agiler und effizienter zu gestalten. Der KI-gestützte Prozess verbessert die Kreativität und die Bestimmung der Lösungskategorie und verbessert so den gesamten Entwicklungsprozess.



»» Fordern Sie eine Live-Demo des implementierten PoC an! ««

Legende



Generative KI

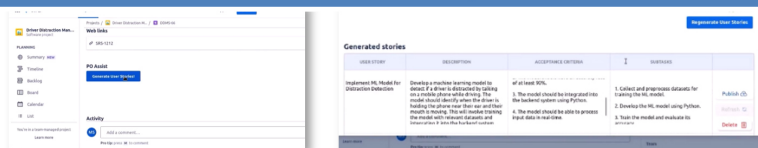


Bild 4: Use Case 2

Use Case 3: Intelligenter Verifizierungskriterien- und Testfallgenerator

Diese moderne Anwendung zielt darauf ab, PLM/ALM durch den Einsatz generativer KI-Technologie unter Nutzung von LLMs zu revolutionieren. Es automatisiert wichtige Aufgaben wie die Analyse von Systemanforderungen und die Generierung entsprechender Verifizierungskriterien und Testfälle. Dies gewährleistet eine effiziente Qualitätssicherung und robuste Verifizierungsprozesse.

Durch die Integration von Systemanforderungen mit zusätzlichen Eingaben wie textuellen Darstellungen der Produktarchitektur, Testwerkzeugen und Domänenwissen bietet die Anwendung ein umfassendes Analyse-Framework. Es identifiziert geschickt Risikofaktoren für mögliche Auswirkungen dieser Anforderungen auf Technologie, Kosten und Zeitplan und bereichert damit den Entwicklungsprozess.

Zu den Ergebnissen des Tools gehören detaillierte Erkenntnisse aus den Anforderungsanalysen und maßgeschneiderte Testfälle, die es Teams ermöglichen, die Besonderheiten jeder Anforderung schnell zu adressieren und zu überprüfen.

Dieses Tool ist ideal für eine Vielzahl von Entwicklungsszenarien. Seine hohe Skalierbarkeit und die vergleichsweise geringen Integrationsanforderungen machen es zu einem strategischen Asset für die Optimierung von PLM-Prozessen. Es unterstützt eine konsistente Qualitätssicherung und leistet einen substantziellen Beitrag zur Marktreife und Wettbewerbsfähigkeit technischer Produkte.



Legende

Generative KI

»» Fordern Sie eine Live-Demo des implementierten PoC an! ««

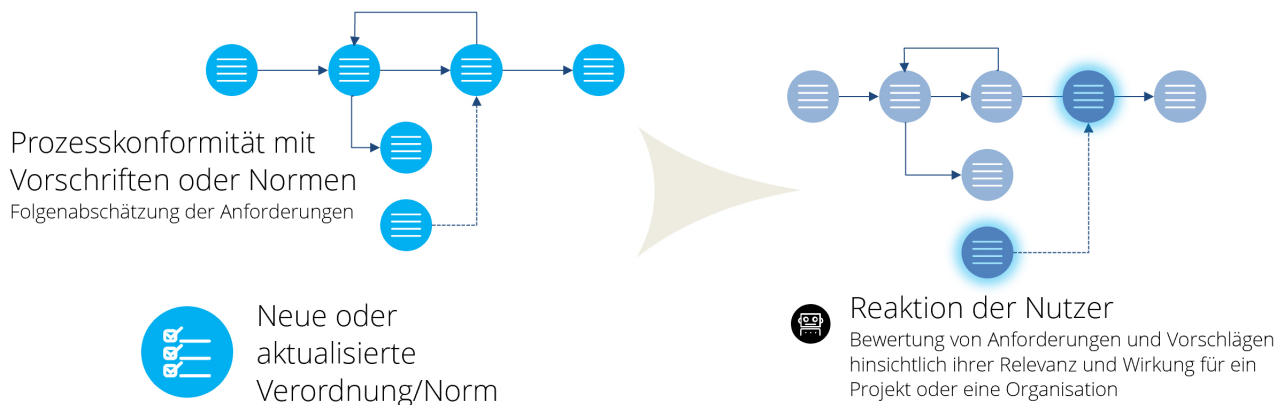


Bild 5: Use Case 3

Use Case 4: Impact Assessment zu Vorschriften und Normen

Der vorliegende Use Case hilft Unternehmen, neue Vorschriften und Standards zu verstehen und umzusetzen. Er beurteilt die Relevanz und die Auswirkungen dieser Regelungen auf Projekte und organisatorische Prozesse. Der Fall verwendet primäre Eingaben neuer Vorschriften und Standards sowie ergänzende Eingaben wie Produktanwendungsfälle und -informationen. Diese Eingaben ermöglichen es, ein nuanciertes Verständnis der Auswirkungen der regulatorischen Landschaft zu vermitteln. Denkbar ist auch die Nutzung von Beispieldaten, um den Bewertungsprozess zu verbessern. Generative KI führt ein Impact Assessment der Anforderungen durch, um eine fundierte Entscheidungsfindung zu erleichtern und die Einhaltung regulatorischer Standards sicherzustellen.

Der Output umfasst eine Bewertung der Anforderungen sowie Empfehlungen zu deren Relevanz und Auswirkungen auf das Projekt. Ergänzend können konkrete Implementierungsstrategien im Rahmen bestehender Projekt- oder Qualitätsmanagementprozesse abgeleitet werden. Insgesamt ermöglicht der Use Case eine schnelle Erstbewertung neuer Vorschriften, unterstützt die Compliance und verbessert die Qualität der Projektergebnisse.



Legende

Generative KI

Bild 6: Use Case 4

Anhaltende Herausforderungen

Traditionelle Systeme stehen vor Herausforderungen, die ihre Wirksamkeit bei der Unterstützung der Produktentwicklung beeinträchtigen. Ihre Entscheidungsfähigkeit ist oft eingeschränkt, da sie auf starren Regelwerken basieren und kontextabhängige Informationen nur begrenzt verarbeiten können.

Generative KI in der System- und Softwareentwicklung

65

Die Verarbeitung heterogener Datenquellen führt zu Fragmentierung, erschwert die Zusammenarbeit und erhöht die Fehleranfälligkeit. Manuelle, zeitintensive Prozesse verlangsamen die Entwicklung und mindern die Reaktionsfähigkeit gegenüber Marktanforderungen.

Ein Mangel an prädiktiven Analysefähigkeiten sowie eingeschränkte Unterstützung kreativer Designprozesse hemmen die Innovationskraft. Auch die Integration mit angrenzenden Systemen wie ERP und CRM bleibt technisch anspruchsvoll und wirkt sich negativ auf Datenkonsistenz und Effizienz aus.

Schließlich ist es essenziell, Erkenntnisse aus Projekten mit erfolgreichen Lösungsansätzen systematisch zu nutzen, um wiederkehrende Fehler zu vermeiden. Dies verdeutlicht die Bedeutung eines strukturierten Wissensmanagements als Grundlage für die kontinuierliche Verbesserung von Problemlösungsprozessen und Systems Engineering.

Um diese Herausforderungen anzugehen, sind Fortschritte wie der Einsatz generativer KI und die Einführung intuitiver Schnittstellen erforderlich. Die Überwindung dieser Hindernisse wird die Entscheidungsfindung, die Zusammenarbeit, die Innovation und die Gesamteffizienz in der Produktentwicklung verbessern.

Ausblick

Mit zunehmender Reife von LLMs eröffnen sich neue Anwendungsfelder, die komplexe Aufgaben automatisiert und intelligent unterstützen. Deloitte erkennt das transformative Potenzial generativer KI im Kontext der System- und Softwareentwicklung und begleitet Unternehmen bei der strategischen Implementierung.

Unser Engagement beginnt mit einem gründlichen Verständnis und einer Analyse der aktuellen Situation Ihres Unternehmens - mit der Identifizierung Ihrer spezifischen Bedürfnisse, Herausforderungen und Geschäftsziele. Anschließend passen wir unsere etablierten Use Cases für Minimum Viable Product (MVP) an, um einen effizienten und innovativen Produktentwicklungsprozess zu fördern.

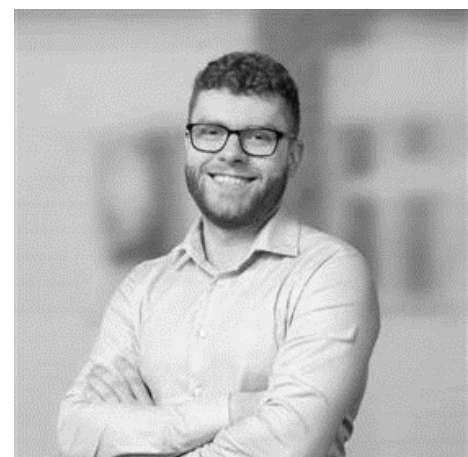
Unsere Strategie basiert auf drei Säulen: fortschrittliche Datenintegration, intuitive Schnittstellen und der strategische Einsatz von generativer KI bei der Problemlösung. Dies geschieht unter voller Berücksichtigung von Schlüsselfaktoren wie Heterogenität, Vertrauen und Sicherheit. Durch die Anpassung bewährter Use Cases auf individuelle Anforderungen ermöglichen wir einen nahtlosen Integrationsprozess. Sobald die Implementierung abgeschlossen ist, bieten wir fortlaufenden Support, um den optimalen Betrieb aufrechtzuerhalten.

Wir bei Deloitte investieren gezielt in Ressourcen und Strategien, die eine nahtlose Integration und Nutzung von generativer KI ermöglichen. Unser Ziel ist es, Ihrem Unternehmen dabei zu helfen, seine Produktentwicklungspraktiken zu revolutionieren und Effizienz und Exzellenz auf die nächste Stufe zu heben.



Kontakt

Uwe Möhrstädt
Director Product Strategy & Lifecycle
Management
Tel.: +49 30 25468 4595
umoehrstaedt@deloitte.de



Kontakt

Fabio Isopp
Manager Product Strategy & Lifecycle
Management
Tel.: +49 89 29036 7865
fisopp@deloitte.de

Die Zukunft der werkstofflichen Bemusterung
in der Automobilindustrie ist digital:

Intelligente Qualitätssicherung statt Papierchaos

Dr. Heike Ulmer-Langner, Mercedes-Benz Group AG

Die Automobilindustrie befindet sich aktuell in einem radikalen Wandel. Durch den gestiegenen Wettbewerb müssen Hersteller auch ihre Entwicklungszeiten deutlich verkürzen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Ein Baustein für die schnellere Produktentwicklung ist eine effizientere Qualitätssicherung (QS) von Kaufteilen. Aber wie kann eine intelligente QS im digitalen Zeitalter aussehen?

Das folgende Beispiel zeigt, welches Potential zur Zeitersparnis entsteht, wenn Standardisierung und Nutzung einer Plattform mit dem langjährigen Wissen von Werkstoffexperten bei Mercedes-Benz zusammenkommen. Der Anspruch in der Qualitätssicherung bleibt hoch, durch effiziente Prozesse können sich die Experten noch mehr auf das Wesentliche konzentrieren: zuverlässige Produkte.

Die Qualitätssicherung von Kaufteilen in der Automobilindustrie wird übergreifend durch VDA Band 2 geregelt. Ein großer Baustein hierbei ist die Überprüfung von Material- und Bauteileigenschaften. Umfassende Prüfungen und Analysen stellen sicher, dass definierte Kriterien wie Geometrie, Funktion, Haptik und chemische Zusammensetzung erfüllt sind.

Der Prozess, an dessen Ende die Qualitätssicherung steht, startet bereits viel früher. Schon beim Entwurf und der Konstruktion eines Bauteils muss die Materialauswahl erfolgen; und damit auch die Definition der für Material und Anwendungsfall erforderlichen Prüfungen. Diese Vorgaben spannen den Rahmen für die spätere Qualitätssicherung auf. Falls ein Bauteil nicht selbst produziert wird, werden die Vorgaben an die Lieferkette weitergegeben, die anhand von Prüfplänen an den Bauteilen die geforderten Testergebnisse erzeugt. Mit der Übergabe der Ergebnisse an den Auftraggeber wird sichergestellt, dass die geforderte Qualität geliefert wird. Der Auftraggeber erteilt bei positiven Prüfergebnissen eine Serienlieferfreigabe und die Produktentwicklung ist abgeschlossen.

Die Auswertung der Prüfergebnisse erfolgt heute oft noch manuell. Sie werden gegebenenfalls in einer Datenbank dokumentiert. Es gibt keine einheitlichen Standards für die Schnittstellen zwischen den beteiligten Parteien und Systemen. Je nach Anwendungsfall können hausinterne Vorgaben existieren.

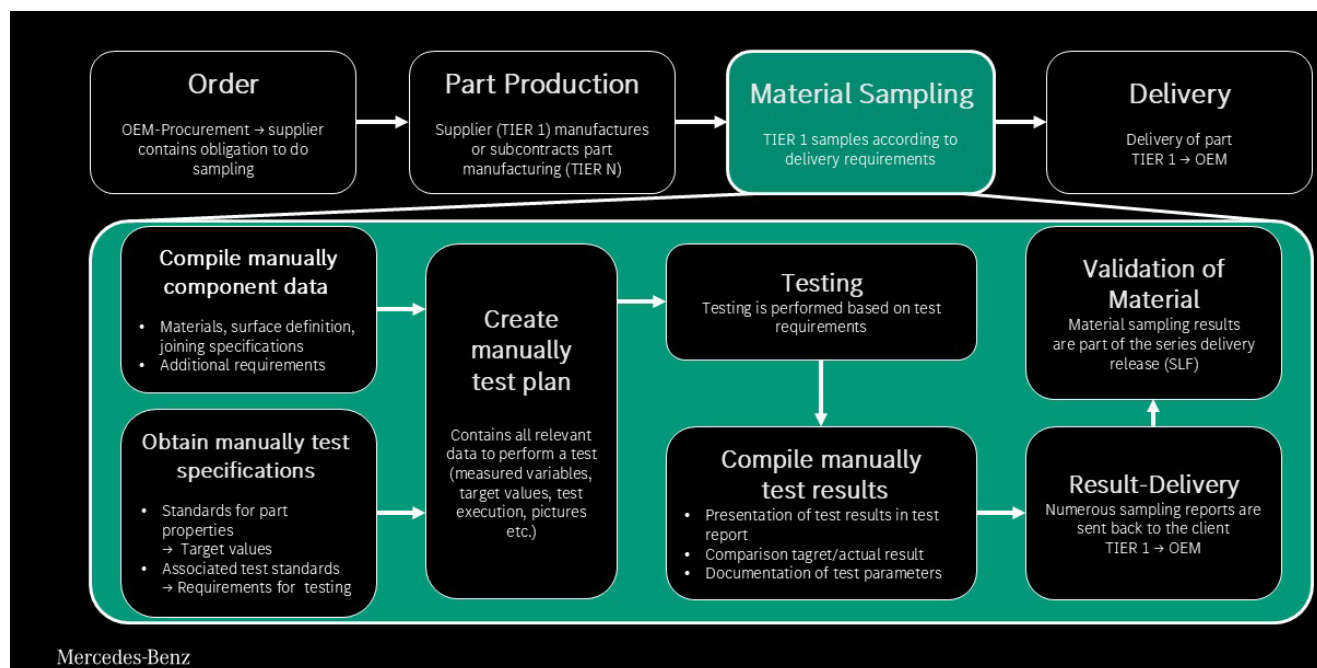


Bild 1 zeigt den aktuellen Prozess

Standardisierung steht am Anfang einer digitalen Prozesskette: die branchenübergreifenden Standards VDA 231-300 und VDA 231-301

In Zukunft sollen die derzeitigen Übermittlungen, die oft isolierte Lösungen darstellen und in der Regel auf Excel-Vorlagen basieren, durch einen einheitlichen Standard für den Datenaustausch über Unternehmens- und Systemgrenzen hinweg ersetzt werden. Dadurch können alle Beteiligten in der Prozesskette die Daten verstehen und Lösungen für ihre hausinterne Dokumentation implementieren. Manuelle Eingaben werden vermieden und im Idealfall schließt sich die Datenkette von der Prüfmaschine bis zum OEM, so dass alle auf unverfälschte Testergebnisse zugreifen können.

Schlüsselkomponenten dabei sind die Standardisierung der Übertragung der Materialdefinitionen und Prüfbedingungen und die Standardisierung der Datenkette, die durch die Prüfergebnisse entsteht. Hierfür wurden im Rahmen einer VDA-Projektgruppe zwei neue Empfehlungen erarbeitet und veröffentlicht, die VDA 231-300 und VDA 231-301.

Die VDA 231-300 regelt, wie Materialdefinitionen und die Definition der für das Material geltenden Normen im 3D-Datensatz hinterlegt werden sollen. Mit Hilfe des JT-Standards nach ISO 14306 werden eindeutige Wertepaare pro Body erzeugt, die für Mensch und Maschine lesbar an die Lieferkette weitergegeben werden können.

Die VDA 231-301 ermöglicht die strukturierte und digitale Abbildung von Prüfberichtsergebnissen. In Zusammenarbeit mit der Universität Stuttgart, IKTD, wurde ein allgemeines generische Datenmodell entwickelt, das allen Prüfberichtsergebnissen zugrunde liegt. Dieses wurde in ein JSON-Schema übersetzt, das frei auf Github zur Verfügung gestellt wurde, um eine kollaborative Entwicklung zu ermöglichen. Damit kann eine vertrauenswürdige Datenkette aufgebaut werden, ohne abtippen zu müssen. Sie erstreckt sich im Idealfall vom Prüfgerät bis hin zum OEM.

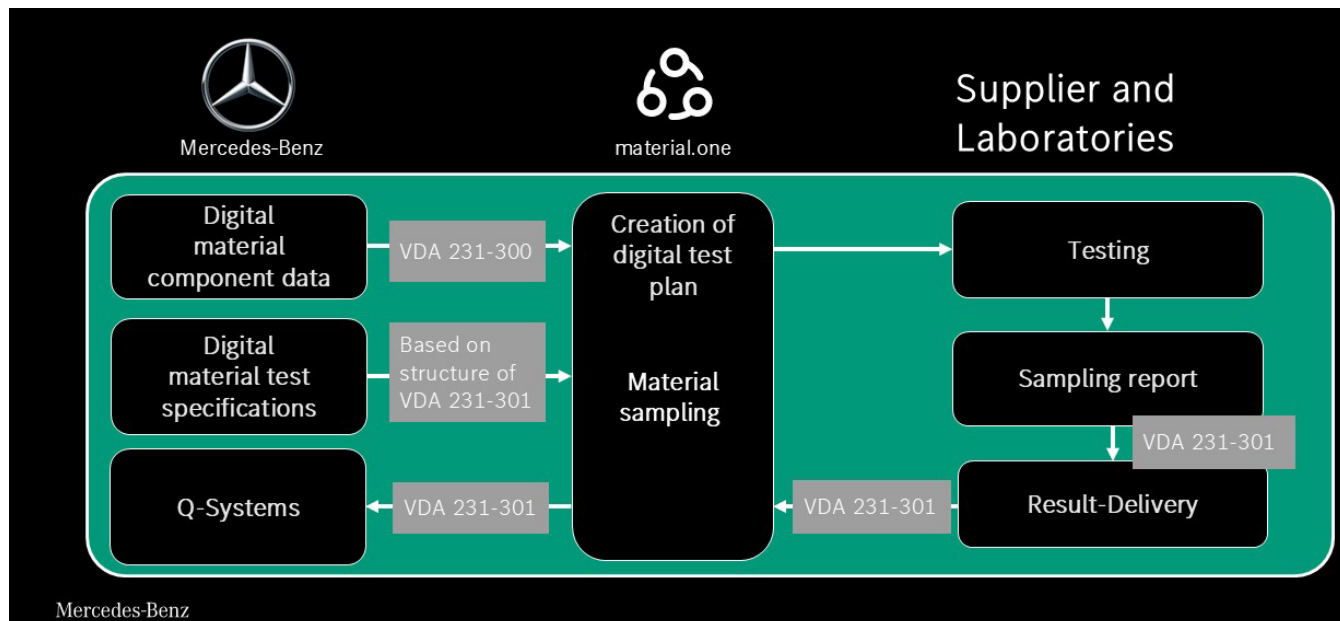


Bild 2 zeigt den neuen Prozess

Integration einer Plattform zur Übertragung der Daten

Ein weiteres entscheidendes Element in dieser Datenkette ist die Nutzung einer kollaborativen Plattform. Sie dient als Kommunikationsdrehscheibe und Interpretin aller beteiligten Datenströme und Personen während des gesamten QS-Prozesses. Außerdem kann sie die Prozesskette um zusätzliche Informationen anreichern, z.B. kann ein Auftraggeber in digitaler Form Anforderungen, die aus den Normen abgeleitet wurden, der Plattform zur Verfügung stellen. Eine so angereicherte Datenkette eröffnet die Möglichkeit eines automatisierten Soll-Ist-Abgleichs. Dieser geschieht in Echtzeit und unterstützt den QS-Mitarbeiter bei der Bewertung der eingereichten Daten. Ein weiterer Vorteil von digital erfassten Anforderungen aus Normen ist die hohe Transparenz für alle beteiligten, weil der Standard für den konkreten Anwendungsfall durch einen QS-Mitarbeiter für die gesamte Lieferkette vorab interpretiert wurde. Auf diese Interpretation kann dann auch bei anderen Anwendungsfällen immer wieder zurückgegriffen werden.

Über die Plattform können die gesammelten Informationen als spezifische Datenpakete nach dem Need-to-Know-Prinzip auch ohne direkte Lieferantenbeziehung allen Lieferkettenbeteiligten zur Verfügung gestellt werden.

Ein weiterer Vorteil dieses Gesamtprozesses ist, dass die einzelnen QS-Prozesse jederzeit und unabhängig vom zeitlichen Ablauf der Prozesse des jeweiligen Auftraggebers erfolgen können. Findet dann noch ergänzend eine systemunterstützte Vorabüberprüfung der Ergebnisse auf der Plattform statt, wird es allen Beteiligten der Lieferkette ermöglicht, frühzeitig zu erkennen, ob die Prüfergebnisse den Anforderungen des Auftraggebers

entsprechen. Bei etwaiger Nichterfüllung können dann umgehend Verbesserungen am Bauteil oder von Bauteileigenschaften eingeleitet werden, so dass zum vereinbarten Zeitpunkt dem Auftraggeber schnell und zuverlässig die geforderten Prüfergebnisse in Übereinstimmung mit den Soll-Werten übertragen werden können. Diese zeitliche Entkoppelung gibt zum einen der Lieferkette mehr Zeit, die Anforderungen der QS zu erfüllen, und reduziert gleichzeitig den Zeitbedarf des QS-Prozesses beim Auftraggeber.

Die Plattform nimmt darüber hinaus auch die Rolle der Kommunikationsdrehscheibe für die Prüfergebnisse ein, also dem geforderten Datenrückfluss zum Endkunden. Die Art und Weise, wie die Daten der QS dem finalen Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden, kann über eine Schnittstellendefinition geregelt werden, wobei die VDA 231-301 eine zentrale Rolle spielt. Die Validierung der übermittelten Daten vor dem Versenden an den jeweiligen Auftraggeber stellt sicher, dass alle Schnittstellen richtig bedient werden können.

Die standardisierte Versorgung der Prüfdatenspeicher des Auftraggebers im nächsten Schritt eröffnet eine deutliche Zeitersparnis in den Folgeprozessen der QS-Sicherung.

Anwendungsbeispiel: VDA 278-Überprüfung bei Mercedes-Benz

Das folgende Beispiel ist ein Anwendungsfall für Testergebnisse im Bereich der Innenraumemissionen nach VDA 278. Bisher erstellt jeder Nutzer eine eigene Excel-Vorlage, wie die Prüfergebnisse zu dokumentieren sind. Die Vorlage wird gegebenenfalls den Prüfinstituten zur Verfügung gestellt, welche dann ihre Prüfergebnisse in der gewünschten Form dokumentieren. Sie senden sie z.B. als ausgefüllten Excel-Dateien an den Auftraggeber und dessen Lieferkette zurück. Mit Hilfe von Parsern können diese Dokumente in Auftraggeber-eigene Datenbanken importiert werden. Ein nicht selten auftretendes Problem dabei ist, dass die Prüfinstitute die Standardspezifikationen unterschiedlich interpretieren und weiterverarbeiten, was dazu führt, dass die Parser der Auftraggeber die Daten nicht in ihre Systeme importieren können. Dies erfordert erheblichen Nachbereitungsaufwand, z.B. Unterstützung der Prüfinstitute darin, die Daten im erforderlichen Excel-Format bereitzustellen. Mit Hilfe des Subschemas für die VDA 278 gemäß VDA 231-301 können die Ergebnisse der Emissionsmessungen nun im einheitlichen Datenformat bereitgestellt und gleichzeitig deren Datenstruktur validiert werden. Sobald die bisherigen Parser auf das neue Format aktualisiert sind, können die Messungen in einem automatisierten Prozess in alle nachfolgenden Systeme eingelesen werden und das Format kann entlang der gesamten Lieferkette ausgerollt werden.

Die QS-Sicherung in der Innenraumemission wird durch das Ausrollen des digitalen Prozesses transparent und bei allen beteiligten Partnern schneller und zuverlässiger.

Insight into the system

Automatic display of VDA 278

MO858f

File: MO858f
 Pfad: L:\Auftrag\MO858
 Operator: me-Labs
 Datum: 04.04.23 14:51
 Method: FOG
 Wareneingang: 04.04.23 02:00
 Prüfer: Proba 3
 Info: Info

FOG-Wert Gesamtemission (µg/g): 334,00

Retention (min)	Substanzname	CAS-Nr.	Flächen (%)	Emission (µg/g)
11.36	2,4,7,9-Tetraethyl-5-decyl-4,7-diol	128-89-3	0,37066	3
11.94	Cyrtodolane	203-96-9	0,21053	1,8989
12.07	Butanediol, acyl, methyl-, hexyl-, methylpropyl ester	9780-31-6	0,26125	4,48873
13.35	1, ..., 171, 185, 1494, ...		0,75947	3,83333
13.73	2,4,7,9-Tetraethyl-5-decyl-4,7-diol	128-89-3	0,45405	6,34623
14.05	2-Trifluoromethylbenzonic acid, 2-butyl ester	559302-64-5	0,29867	1,6936
14.07	Hexanediol, acyl, hexyl-, methylpropyl ester	341-04-9	0,23046	2,3873

Documentation and interpretation of results

Operation	Status	Result / File
VDA 278 Thermodesorptionsanalyse organischer Emissionen zur...		
VOC - Excel Upload	✓	VOC_MO858v.xls
Gesamtemission VOC	✓	89 µg/g
Fog - Excel Upload	✓	Fog_MO858f.xls
Gesamtemission Fog	✓	334 µg/g
Rohdaten Upload (als komprimierter Ordner im zip-Format)	✓	File upload
Prüfbericht Upload	✓	File upload
Bild-Upload (als jpeg, jpg, png, gif)	✓	File upload
Emissionsklasse		ME3
Prüfdatum	✓	23.04.24

Integration into overall results for interior emissions and odor

Test: Benzol Ethanol Holdings Ltd

VDA 270 Bestimmung des Geruchverhaltens von Werkstoffen der...

Prüfator aus WQ-Liste

Offizieller Bewertung

Geruchstoffe

Prüfbericht upload

Geruchsklasse

Prüfdatum

Variante Prüfkorper

Variante Lagerbedingung

VDA 270 Bestimmung des Geruchverhaltens von Werkstoffen der...

Prüfator aus WQ-Liste

Offizieller Bewertung

Geruchstoffe

Prüfbericht upload

Geruchsklasse

Prüfdatum

Variante Prüfkorper

Variante Lagerbedingung

VDA 278 Thermodesorptionsanalyse organischer Emissionen zur...

VOC - Excel Upload

Gesamtemission VOC

Fog - Excel Upload

Gesamtemission Fog

Rohdaten Upload (als komprimierter Ordner im zip-Format)

Prüfbericht upload

Bild Upload (als jpeg, jpg, png, gif)

Emissionsklasse

Prüfdatum

DN EN ISO 17025 (Verfahren B: Geometrisches Verfahren) Bestimmung...

Masse an Foggingsubstanz m_g

Prüfbericht upload

Prüfdatum

Integration into overall results for interior emissions and odor

Mercedes-Benz

Bild 3 zeigt die digitale Erfassung und Weiterverarbeitung inkl. automatisiertem Soll-Ist-Vergleich

Zusammenfassung

Die Digitalisierung der Qualitätsüberprüfung von Werkstoffen und Bauteilen ermöglicht:

- Einheitliche, strukturierte und digitale Dokumentation von Prüfergebnissen
- Reduzierung von Fehlern durch unterschiedliche Interpretationen von Standards
- Automatisierte Validierung und Integration der Daten in z.B. OEM-Systeme
- Effiziente Weiterleitung der Ergebnisse entlang der Lieferkette
- Verbesserte Transparenz und Nachverfolgbarkeit der Qualitätsdaten
- Schnellere Prozesse

Dies führt zu einer erheblichen Zeit- und Kostenersparnis in der Qualitätssicherung.



Kontakt

Dr. Heike Ulmer-Langner
 Mercedes-Benz Group AG
 heike.ulmer-langner@mercedes-benz.com

Generative KI: Revolutioniert die Fahrzeugentwicklung

Dr. Wolfgang Puntigam, AVL List GmbH
Robert Lokner, Microsoft Corporation

Die Automobilindustrie befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel, der durch generative künstliche Intelligenz (KI), Digitalisierung und den Zwang zu schneller Innovation vorangetrieben wird. Dieser Artikel fasst zwei Perspektiven zur Rolle von generativer KI und Design in der Fahrzeugentwicklung zusammen und vergleicht sie kritisch. Er beleuchtet den Übergang von hardwarezentrierter zu funktionsorientierter Entwicklung, die Integration von KI-Agenten und digitalen Zwillingen sowie die organisatorischen und technologischen Voraussetzungen für den Erfolg. Darüber hinaus schlägt der Artikel einen Rahmen vor, wie generative KI genutzt werden kann, um Entwicklungszyklen zu verkürzen, die Produktqualität zu steigern und nachhaltige Innovationen im Automobilsektor zu fördern.

Die Automobilindustrie befindet sich in einem rasanten Wandel, der durch den Bedarf an schnelleren Entwicklungszyklen und effizienteren Methoden vorangetrieben wird. Die Branche steht vor nie dagewesenen Herausforderungen: zunehmende Komplexität, globaler Wettbewerb, Fachkräftemangel sowie die Notwendigkeit zu schneller, kundenzentrierter Innovation. Traditionelle, hardwareorientierte Entwicklungsmodelle reichen nicht mehr aus. Generative KI und Digitalisierung sind der Schlüssel, um diese Hürden zu überwinden. Dabei stehen sowohl die Kodifizierung von Ingenieurwissen als auch ein menschenzentriertes Design im Fokus, während organisatorische Agilität, digitale Infrastruktur und der praktische Einsatz von KI-Agenten priorisiert werden.

Herausforderungen in der Fahrzeugentwicklung

Die Automobilindustrie steht vor mehreren bedeutenden Herausforderungen, darunter der Bedarf an höherer Entwicklungsgeschwindigkeit und der Wandel von einer hardwarezentrierten hin zu einer funktionsorientierten Entwicklung. Der Wettbewerbsvorteil bestimmter Regionen, wie etwa China, lässt sich auf Faktoren wie den gezielten Einsatz von Arbeitskräften, Kostenvorteile bei Rohstoffen und Energie sowie eine pragmatische Herangehensweise an die Entwicklung zurückführen. Diese Vorteile führen dazu, dass die Entwicklungszeiten für Fahrzeuge dort nur halb so lang sind wie in anderen Regionen. Dieses rasante Tempo ist jedoch kein Einzelfall, sondern Teil eines umfassenderen Bündels an Wettbewerbsvorteilen, zu denen gehören:

- Strategische Allokation von Arbeitskräften und Ressourcen
- Kosteneffizienz bei Rohstoffen und Energieverbrauch
- Eine „Fail fast, fail early“-Mentalität, die die Agilität im Entwicklungsprozess erhöht
- Ein 360-Grad-Kundenerlebnis, das Feedback-Schleifen über den gesamten Produktlebenszyklus integriert

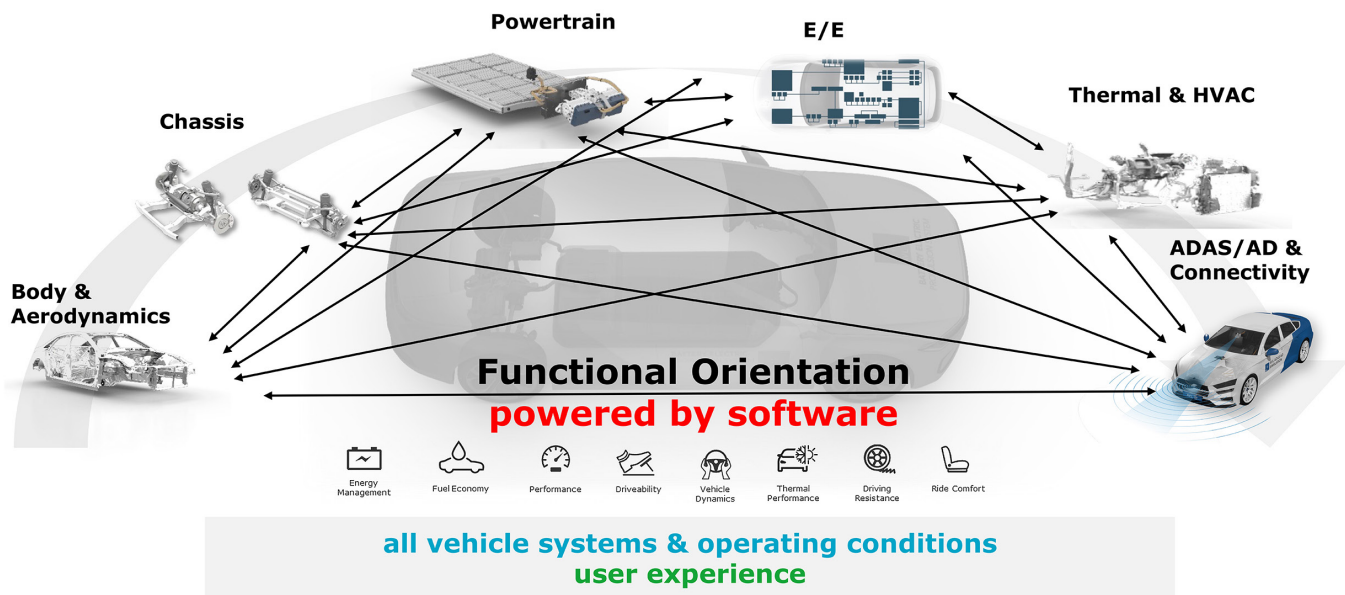


Bild 1: Die Transformation von einer hardwarezentrierten zu einer funktionsorientierten Entwicklung

Eine grundlegende Transformation prägt derzeit das Paradigma der Fahrzeugentwicklung: der Wandel von hardwarezentrierter Entwicklung hin zu einem funktionsorientierten Entwicklungsmodell, das zunehmend durch Software definiert und ermöglicht wird [Bild 1]. Diese Entwicklung betrifft nicht nur das Entstehen des „software-definierten Fahrzeugs“ (SDV); vielmehr steht der Aufstieg eines nutzerorientierten, funktionsdefinierten Fahrzeugs im Mittelpunkt, bei dem Hardware und Software verschmelzen, um eine nahtlose und intelligente Funktionalität zu gewährleisten.

Früher bestand eine direkte 1:1-Beziehung zwischen Hardwarekomponenten und Fahrzeugfunktionen – zum Beispiel wurde das Bremsen ausschließlich durch mechanische Systeme gesteuert. Heute kann die Verzögerungsfunktion jedoch entweder durch regeneratives Bremsen über den Elektromotor oder durch herkömmliche mechanische Bremsen erfolgen. Die Entscheidungsfindung, die diese beiden Systeme miteinander verbindet, wird durch Softwarealgorithmen gesteuert, die Leistung, Effizienz und Nutzererlebnis dynamisch optimieren.

Diese Entkopplung der Funktionen von spezifischen Hardwarekomponenten stellt einen bedeutenden Wandel dar. Funktionen sind nun über mehrere Hardware-Domänen verteilt, und ihre Orchestrierung hängt zunehmend von Softwareintegration und Steuerungslogik ab. In diesem Zusammenhang fungiert Software als die entscheidende Schnittstelle, das Bindeglied zwischen den physischen Fahrzeugsystemen und dem Endnutzer.

Eine weitere entscheidende Entwicklung ist das Aufkommen fortschrittlicher elektrischer/elektronischer (E/E) Architekturen, insbesondere zonaler Architekturen, die elektronische Steuergeräte (ECUs) in zentralisierten Rechen-domänen zusammenführen. Diese Architekturen reduzieren Komplexität, Gewicht und Kosten und ermöglichen gleichzeitig die Echtzeitdatenverarbeitung sowie die dienstorientierte Bereitstellung von Software. Im Zentrum dieser Transformation steht die wachsende Bedeutung von Halbleitern und Silizium-Technologien, die heute das Rückgrat moderner Automobilinnovationen bilden – von Sensorfusion und KI-Inferenz bis hin zu Konnektivität und Cybersicherheit.

Zusammen verdeutlichen diese Entwicklungen eine neue Realität: Die Zukunft der Fahrzeugentwicklung ist funktionsorientiert, softwaregetrieben und durch Halbleitertechnologien ermöglicht. Diese Transformation zu akzeptieren, ist unerlässlich, um technologische Führungspositionen zu sichern und die nächste Generation intelligenter, benutzerzentrierter Mobilitätslösungen bereitzustellen.

Im aktuellen Umfeld wurden mehrere zentrale Herausforderungen identifiziert. Erstens hält die organisatorische Produktivität nicht mit der exponentiell steigenden Komplexität in verschiedenen Branchen Schritt. Diese Diskrepanz ist besonders deutlich, da die Komplexität mit einer Rate von $2N$ wächst, während die Produktivität mit N^2 zunimmt, was auf eine erhebliche Produktivitätslücke hinweist.

Zweitens ist es sowohl zeitaufwendig als auch schwierig, die am besten qualifizierten Fachexpert:innen zu identifizieren und effektive, organisationsübergreifende virtuelle Teams zu bilden. Dies führt häufig dazu, dass Produkte die Organisationsstruktur des Unternehmens widerspiegeln – im Grunde wird das Organigramm ausgeliefert, ob beabsichtigt oder nicht.

Schließlich sind IT-Engineering-Systeme oft in Silos organisiert, sprechen verschiedene Sprachen, und aufgrund von Budgetbeschränkungen besteht kaum Gelegenheit zur Modernisierung von Altsystemen.

Generative AI als Game-Changer

Generative KI steht kurz davor, die Automobilbranche grundlegend zu verändern. Sie kann unternehmensweites Wissen erfassen, indem sie automatisch Informationen aus umfangreichen Datenquellen extrahiert, organisiert und in den jeweiligen Kontext einordnet – so wird dieses Wissen für alle einfach zugänglich und nutzbar. KI-Agenten können im Namen von Fachexpert:innen agieren, deren Domänenwissen und Zugriffsrechte übernehmen und auf komplexe Fragestellungen sofortige Antworten liefern.

Revolutioniert die Fahrzeugentwicklung

76

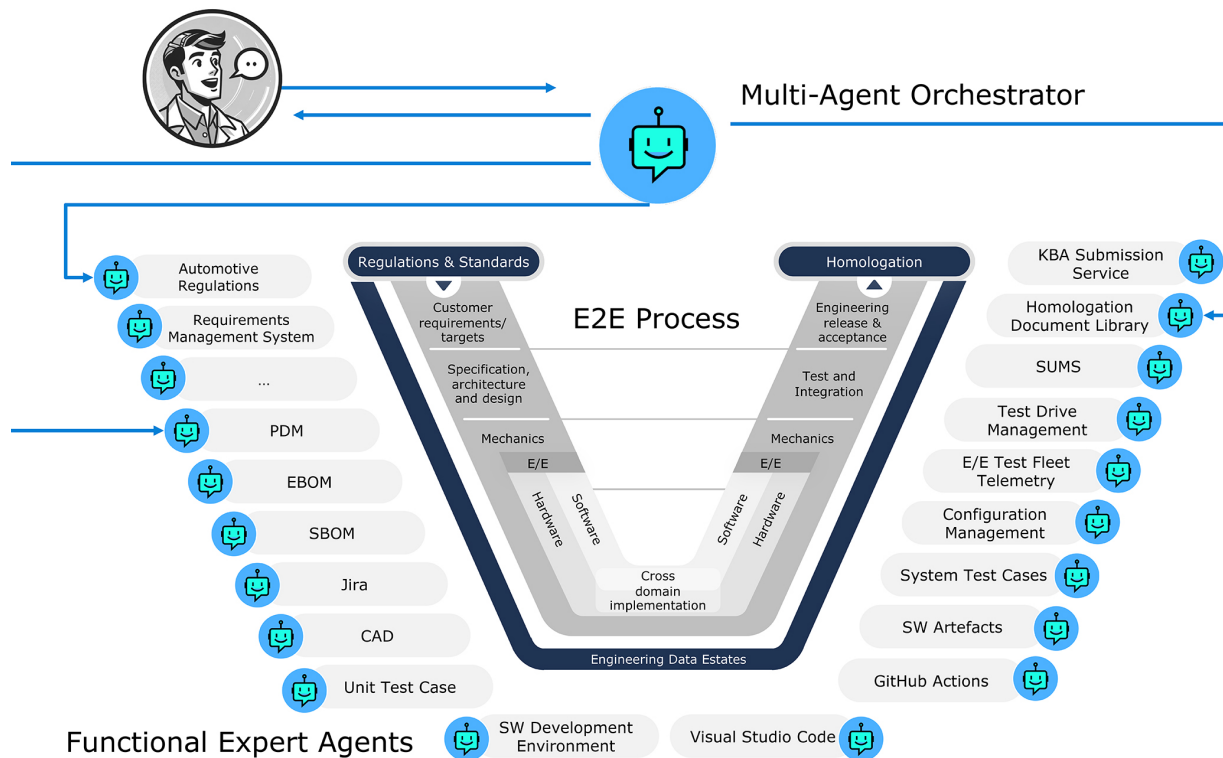


Bild 2: Das V-Modell mit KI-Agenten in verschiedenen Phasen: wie KI-Agenten in die unterschiedlichen Stufen der Fahrzeugentwicklung integriert werden.

Generative KI ermöglicht die Kodifizierung von Expertenwissen in maschinenlesbare Modelle. Simulationsagenten nutzen Wissensdatenbanken, generative Sprachmodelle und konversationelle Schnittstellen, um den Zugang zu Ingenieurexpertise zu demokratisieren. Ingenieur:innen können Konstruktionsziele definieren und erhalten simulationsbereite Modelle, was die Einleitung neuer Projekte beschleunigt. KI-Agenten und Copiloten agieren im Namen von Fachexpert:innen, bieten personalisierte, kontextbezogene Unterstützung und erleichtern die Zusammenarbeit mehrerer Agenten über Protokolle wie Model Context Protocol (MCP) und Agent2Agent (A2A). Datenagenten konzentrieren sich auf Test und Validierung, sodass Ingenieur:innen Messdaten und Simulationsergebnisse mithilfe natürlicher Sprache abfragen können.

Mehrere zentrale KI-Konzepte sind entscheidend, um die Auswirkungen von Generativer KI auf die Fahrzeugentwicklung zu verstehen. Menschliche Erweiterung (Human Augmentation) und KI-Agenten zählen zu den wichtigsten Innovationen. Copilot, ein Expertensystem, das eigenständig arbeitet, und Agentic AI, die mit ihrer Umgebung interagiert, um komplexe Aufgaben unabhängig zu erledigen, stellen bedeutende Fortschritte dar. Diese KI-Systeme können die Fahrzeugentwicklung beschleunigen, indem sie personalisierte Unterstützung bieten und eine einheitliche Benutzeroberfläche für die Interaktion der Mitarbeitenden mit KI ermöglichen.

Revolutioniert die Fahrzeugentwicklung

77

Im Zentrum jeder technologischen Transformation steht die menschliche Kreativität. Während sich Werkzeuge und Plattformen weiterentwickeln, sind es die Kreativität, das Urteilsvermögen und die Entscheidungsfähigkeit der Menschen, die echten Fortschritt bewirken. In diesem Zusammenhang etabliert sich Copilot als vertrauenswürdiger KI-Assistent, der Nutzer:innen und ihre Arbeitsumgebung versteht und über eine einheitliche, intuitive Oberfläche personalisierte, kontextbezogene Unterstützung bietet.

Dieser Paradigmenwechsel lässt sich auf zwei grundlegende Prinzipien zusammenfassen:

- Jede Person wird einen Copiloten haben
- Jeder Geschäftsprozess wird einen Agenten haben

Diese Prinzipien spiegeln eine Zukunft wider, in der KI nahtlos in tägliche Arbeitsabläufe eingebettet ist, menschliche Fähigkeiten erweitert und Routineaufgaben im gesamten Unternehmen automatisiert [Bild 2].

In komplexen PLM-Ökosystemen, in denen Hunderte von Anwendungen nahtlos Daten austauschen müssen, bieten das Model Context Protocol (MCP) und Agent2Agent (A2A) transformative Vorteile. MCP stellt einen standardisierten Rahmen bereit, mit dem KI-Agenten mit Tools und Datenquellen interagieren können. So wird eine modulare, skalierbare und kontextbewusste Orchestrierung über verteilte Systeme hinweg ermöglicht. Die Anwendungslogik wird dabei von der Toolausführung entkoppelt, sodass Unternehmen flexible KI-Workflows gestalten können, die sich dynamisch an wechselnde Eingaben und Geschäftsanforderungen anpassen. A2A wiederum ermöglicht eine sichere Echtzeit-Kommunikation zwischen autonomen Agenten – unabhängig von deren zugrunde liegender Architektur oder dem jeweiligen Anbieter. Mit diesem Protokoll können Agenten einander entdecken, Aufgaben delegieren und Zwischenergebnisse austauschen, was eine effiziente und widerstandsfähige Multi-Agenten-Zusammenarbeit fördert. Gemeinsam beseitigen MCP und A2A Datensilos, reduzieren den Integrationsaufwand und erschließen intelligente Automatisierung über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg. Organisationen profitieren von schnelleren Entscheidungsprozessen, verbesserter Datenkonsistenz und erhöhter Agilität bei der Reaktion auf Marktveränderungen. Diese Protokolle sind besonders wertvoll in Umgebungen, in denen Interoperabilität, Skalierbarkeit und Sicherheit entscheidend für das Management komplexer Produktdaten und Workflows sind.

Softwareanbieter, die ihre Anwendungen an modernen, KI-gestützten Ökosystemen beteiligen und wettbewerbsfähig bleiben möchten, sollten ernsthaft die Implementierung und Bereitstellung eines MCP-Servers in Erwägung ziehen. Dies ist der logische nächste Schritt für einen echten Code of PLM Openness (CPO).

Generative KI in der Fahrzeugentwicklung

Eine der wichtigsten Fragen, mit denen sich OEMs heute konfrontiert sehen, lautet: Wie können wir die Markteinführungszeit für neue Produkte verkürzen und gleichzeitig den sich wandelnden Kundenanforderungen gerecht werden? Diese Herausforderung steht im Mittelpunkt der Mission vieler Unternehmen. Während die Entwicklung entsprechender Lösungen, insbesondere von Sprachmodulen, noch andauert, gibt es eine gute Nachricht: Die menschliche Kreativität bleibt unersetzlich. Trotz des Vormarschs von Automatisierung und KI hängt Innovation weiterhin von der Einfalls- und Schaffenskraft der Menschen ab.

Der Einsatz von KI-Systemen in der Fahrzeugentwicklung zeigt sich an mehreren Beispielen. Generatives Design in frühen Entwicklungsphasen, Methoden der Digitalisierung und Virtualisierung sowie die durch Datenintelligenz unterstützte fortschrittliche DVP-Methode werden als zentrale Hebel identifiziert, um die Entwicklung zu beschleunigen.

- **Generatives Design in frühen Entwicklungsphasen:** Durch die Integration generativer Designwerkzeuge bereits in der Konzeptphase können Ingenieur:innen ein breiteres Lösungsspektrum erkunden, mehrere Randbedingungen gleichzeitig optimieren und die Anzahl benötigter physischer Prototypen reduzieren.
- **Methoden der Digitalisierung und Virtualisierung:** Die konsequente Nutzung von digitalen Zwillingen, Simulationsumgebungen und virtueller Validierung ermöglicht die frühzeitige Erkennung von Konstruktionsfehlern, schnellere Iterationszyklen und eine geringere Abhängigkeit von physischen Tests.
- **Fortschrittliche Design-Verifikation und Planung (DVP):** Ein strukturierter und vorausschauender DVP-Ansatz stellt sicher, dass Validierungsaktivitäten von Beginn an auf die funktionalen Anforderungen abgestimmt sind, und so späte Änderungen und Nacharbeiten reduziert werden.
- **Kontinuierliche Unterstützung durch Datenintelligenz:** Echtzeit-Datenanalysen und Machine-Learning-Modelle liefern während des gesamten Entwicklungsprozesses verwertbare Erkenntnisse, ermöglichen proaktives Handeln und fördern eine kontinuierliche Verbesserung.

Auch wenn diese Konzepte auf den ersten Blick wie Schlagworte wirken mögen, stehen sie für eine konkrete, integrierte Strategie zur Transformation der Produktentwicklung.

Building Up Functional Models – **Simulation Agent**

Based on Model Libraries

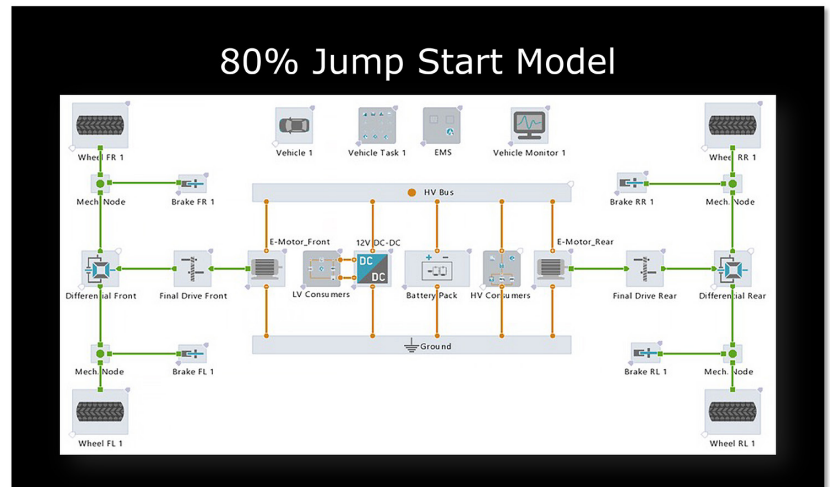
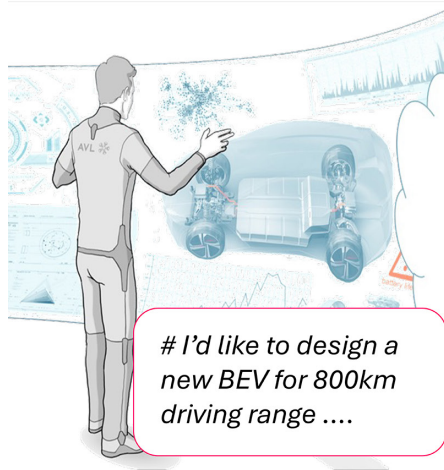


Bild 3: Simulation Agent, basierend auf Modellbibliotheken

Ein immer wiederkehrendes Thema ist dabei die zentrale Rolle der menschlichen Kreativität. Während KI und digitale Werkzeuge einen transformativen Wandel bewirken, sind es die Kreativität, das Gespür und die Entscheidungsfähigkeit der Menschen, die echten Fortschritt ermöglichen. Die Zukunft sieht vor, dass jede Person einen Copiloten und jeder Geschäftsprozess einen Agenten erhält, die nahtlos in die täglichen Abläufe integriert sind. Die Vision eines vollständig integrierten, KI-gesteuerten generativen Designs ist keine ferne Utopie. Die erforderlichen Werkzeuge, Modelle und Architekturen befinden sich bereits in der Entwicklung. Die Herausforderung besteht darin, den Wandel anzunehmen, Wissen zu kodifizieren und KI-Werkzeuge zu schaffen, die die Branche voranbringen.

Vom Konzept bis zum simulationsbereiten Modell überbrückt der Simulation Agent die Lücke mit KI-gestützter Geschwindigkeit und Präzision. Das Konzept des Simulation Agent begegnet dieser Herausforderung direkt, indem es einen KI-basierten Assistenten bereitstellt, der einen erheblichen Vorsprung, ein sogenanntes 80%-Jump-Start-Modell, für die funktionale Simulation bietet [Bild 3].

Im Kern nutzt der Simulation Agent eine kodifizierte AVL-Wissensdatenbank und generative große Sprachmodelle (LLMs), um ingenieurtechnische Intentionen in umsetzbare Ergebnisse zu verwandeln. Unabhängig davon, ob Nutzer:innen textuelle Erklärung, Python-Code oder sogar ein simulationsberechtigtes Modell benötigen, antwortet der Agent über eine dialogorientierte Schnittstelle.

Testing and Validation – Data Agent

Talk to your data

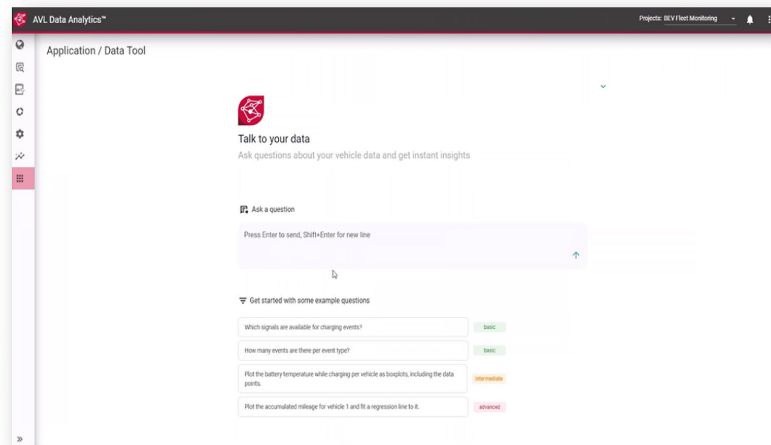


Bild 4: Data Agent, sprechen Sie mir Ihren Daten.

Der Data Agent, das Gegenstück zum Simulation Agent, konzentriert sich auf Test und Validierung [Bild 4]. Mit dem Data Agent können Ingenieur:innen Messdaten und Simulationsergebnisse in natürlicher Sprache abfragen und so Erkenntnisse gewinnen, die sonst verborgen geblieben wären.

Die Architektur des Data Agent ähnelt stark der des Simulation Agent: Er nutzt Messartefakte und Simulationsumgebungen als Datenquellen und bietet eine dialogorientierte Schnittstelle, die von generativen großen Sprachmodellen (LLMs) betrieben wird. Dieses Setup ermöglicht es den Nutzenden, Fragen zu stellen und klare, umsetzbare Antworten zu erhalten. Diese Demokratisierung des Datenzugriffs befähigt Ingenieur:innen, fundierte Entscheidungen zu treffen, ohne tiefgehende Kenntnisse zu Datenformaten oder Analysetools zu benötigen.

Vehicle Composer – Concept Agent

Balancing dependencies between affected systems

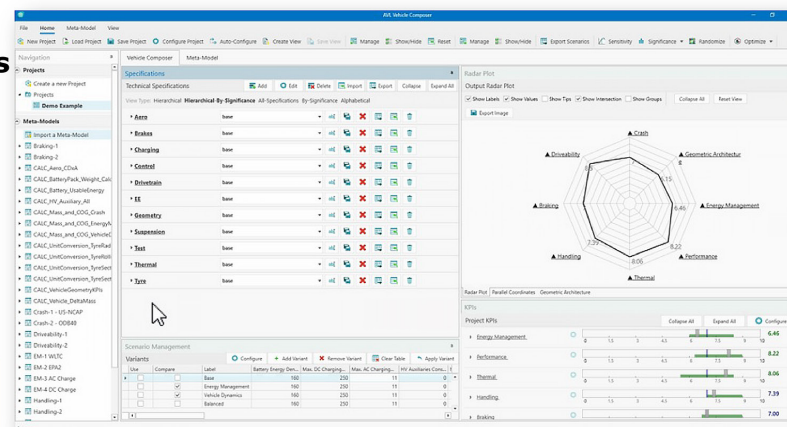
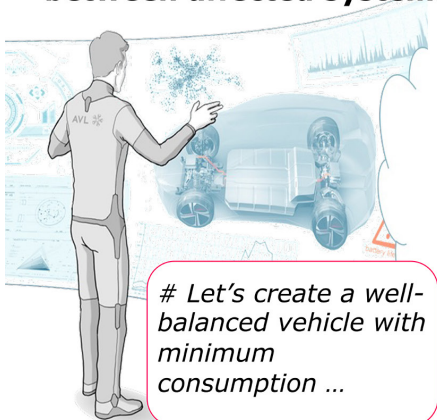


Bild 5: Concept Agent, der Abhängigkeiten zwischen betroffenen Systemen ausbalanciert.

Revolutioniert die Fahrzeugentwicklung

81

Bild 5 zeigt den Vehicle Composer, einen konzeptionellen, KI-basierten Assistenten zur Unterstützung der frühen Phase der Fahrzeugkonzeptentwicklung. Ziel ist es, Ingenieur:innen bei der Balance verschiedener Abhängigkeiten zwischen den unterschiedlichen Fahrzeugsystemen zu unterstützen und dabei Leistung sowie Effizienz zu optimieren. Über eine dialogorientierte Benutzeroberfläche führt der Vehicle Composer die Entwickler:innen bei der Erstellung von Verhaltensmodellen für neue Fahrzeugkonzepte. Nutzer:innen können Designparameter anpassen und die Auswirkungen auf die Fahrzeugeigenschaften in Echtzeit beobachten.

Das Ziel besteht darin, einen Vehicle Concept Jump Start zu ermöglichen, indem Expertenwissen kodifiziert wird und eine effiziente, fundierte Konzeptentwicklung mit minimalem Energieverbrauch und optimaler Systembalance unterstützt wird.

Generative KI und Design bilden einen Fahrplan für die Zukunft des automobilen Engineerings. Indem menschliche Bedürfnisse in den Mittelpunkt gestellt, KI genutzt und Komplexität als Chance betrachtet wird, kann die Branche ein bisher unerreichtes Maß an Innovation und Effizienz erreichen. Die Integration von digitalen Zwillingen, KI-Agenten und kollaborativen Partnerschaften ist entscheidend, um die technologische Führungsposition zu sichern und intelligente, nutzerorientierte Mobilitätslösungen bereitzustellen.

Fazit

Generative KI steht kurz davor, die Automobilindustrie grundlegend zu verändern, indem sie Entwicklungszyklen erheblich verkürzt und die Gesamteffizienz steigert. Die in diesem Beitrag präsentierten Erkenntnisse unterstreichen die Bedeutung der konsequenten Nutzung von KI-Technologien, um im globalen Wettbewerb bestehen zu können. Branchenbeteiligte sind dazu aufgerufen, das Potenzial generativer KI zu erkunden und diese in ihre Entwicklungsprozesse zu integrieren, um schnellere und effizientere Ergebnisse zu erzielen.

Gemeinsam ermöglichen AVL und Microsoft ein neues Paradigma in der Fahrzeugentwicklung, in dem KI-gestütztes generatives Design Innovationen beschleunigt, die Designqualität verbessert und durch die intelligente Verbindung von Ingenieurwissen und digitaler Infrastruktur die Markteinführungszeiten verkürzt.

Quellen

- Puntigam, W., Lokner, R.: Generative Design: Shortening the Development Process with AI. prostep ivip Symposium 2025, May 13th, 2025, Berlin
- Puntigam W.: Generative Design – Acceleration Vehicle Development through AI. 18th GSVF, Graz Smart Vehicle Forum, September 25th, 2025, Graz



Kontakt

Dr. Wolfgang Puntigam
Global Business Unit Manager
for Software and Integrated Open
and Development Platform
AVL List GmbH
+43 316 787 3807
wolfgang.puntigam@avl.com



Kontakt

Robert Lokner
Managing Director EMEA Automotive
Industry Lead
Microsoft Corporation
Robert.lokner@microsoft.com

Fundament für KI in der Industrie

Florian Harzenetter, PTC

Über die Potenziale von KI, aktuell vor allem KI-Agenten, ist viel zu lesen. Diese sind auch unbestritten – in der Praxis aber nur so gut wie ihre Datenbasis. Was produzierende Industrieunternehmen brauchen, um das Potenzial von KI tatsächlich nutzen zu können.

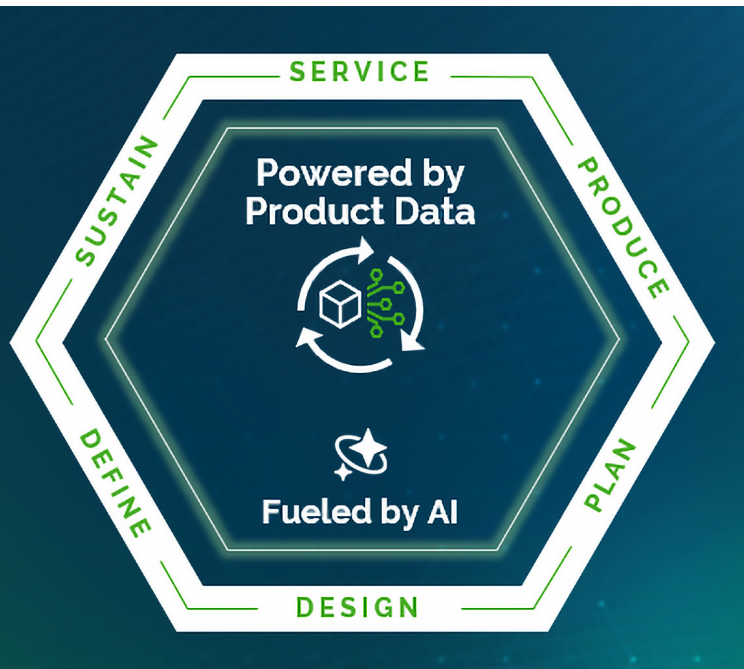




KI ist auch heute schon mehr als nützliche Tools – und sie wird zunehmend zum integralen Bestandteil der Geschäftsstrategie. Das ist nicht nur im Austausch mit Industrieunternehmen zu beobachten, auch eine aktuelle Studie des IBM Institute for Business Value legt das nahe: 64% der KI-Budgets fließen in Kerngeschäftsfunktionen, so die befragten Führungskräfte. Doch nur ein Viertel der KI-Initiativen brachte in den letzten Jahren den erwarteten ROI, lediglich 16% haben eine unternehmensweite Skalierung erreicht (IBM CEO-Studie).

Die Gründe sind sicherlich vielfältig, doch eine entscheidende Rolle dürften folgende Tatsachen spielen: 72% der befragten CEOs sehen die proprietären Daten ihres Unternehmens als Schlüssel zur optimalen Nutzung von generativer KI an. 50% räumt jedoch ein, dass die technologische Infrastruktur ihres Unternehmens uneinheitlich und unkoordiniert ist.

Wir erleben, dass dies eher die Regel ist. Daten liegen verstreut in verschiedenen Dokumenten und Systemen, die nicht verbunden sind (aka Silos), in unterschiedlichen Formaten und Qualitäten. Das führt nicht nur dazu, dass die Daten für KI-Anwendungen kaum nutzbar sind und mit KI-Initiativen nicht die erhofften Ergebnisse erzielt werden. Auch die entsprechenden Prozesse laufen nicht integriert, eine funktionsübergreifende Zusammenarbeit wird nicht unterstützt – im Gegenteil oft sogar erschwert. Entwicklung und Produktion arbeiten weitgehend unabhängig voneinander, sodass Änderungen zu spät erkannt werden, die Qualität leidet und ineffiziente Abläufe die Innovationskraft bremsen.



Der Intelligent Product Lifecycle umfasst den gesamten Produktlebenszyklus, basiert auf Produktdaten und wird durch KI angetrieben. (Bild: PTC)

Intelligent Product Lifecycle anstelle von Silos

Der erste Schritt muss deshalb darin bestehen, eine durchgängige technische Basis zu schaffen – mit einem integrierten, datengetriebenen Ansatz, der den gesamten Produktlebenszyklus von der ersten Anforderung über die Entwicklung und Fertigung bis hin zum Service umfasst und wieder zurück in die Definition und das Design. Ergänzt um KI wird dieser zum Intelligent Product Lifecycle.

Basis hierfür sind die Produktdaten, die durch alle Unternehmensbereiche fließen. Denn sie sind für jedes produzierende Unternehmen zentral: In ihnen liegt die DNA des Geschäftsmodells, ihr IP und USP. Ein unternehmensweiter Zugang zu aktuellen, korrekten Produktdaten über den ganzen Produktlebenszyklus hinweg ist deshalb entscheidend, um die Effizienz zu steigern und Kosten zu reduzieren sowie innovative Produkte mit klaren Differenzierungsmerkmalen möglichst schnell auf den Markt zu bringen. Zudem ist dies das Fundament, um KI für alle Funktionen und Aufgaben – auch funktionsübergreifend – sinnvoll einsetzen zu können.

Von der Entwicklung bis zum Service und wieder zurück

Ausgangspunkt des Intelligent Product Lifecycle ist die Entwicklung. Denn hier werden die Produktdaten erstellt, welche die Hardware-, Software- und Systemanforderungen sowie die Materialien für die Produkte definieren. Darauf basieren 3D-CAD-Modelle ebenso wie die Stücklisten.

Die Produktentwicklung setzt sich jedoch aus zahlreichen Prozessen zusammen, vom Requirements Engineering über Product Line Engineering (PLE), Testmanagement, Design und Simulation bis zum BOM- und Konfigurationsmanagement und mehr. Um die Zusammenarbeit und Rückverfolgbarkeit über alle Prozesse hinweg zu unterstützen, gilt es die jeweiligen Systeme zu integrieren.

Da physische Produkte zunehmend durch Software definiert werden, ist es zudem entscheidend, die Prozesse der Software- und Hardware-Entwicklung durch eine gemeinsame Sicht auf die Produktdaten zusammenzubringen. Dabei empfiehlt es sich sicherzustellen, dass zwischen allen Softwareanforderungen und den entsprechenden physischen Komponenten – und umgekehrt – eine Assoziativität und Rückverfolgbarkeit besteht.

Damit steht die Produktdaten-Basis in der Entwicklung als „Single Source of Truth“. Das bedeutet jedoch nicht, dass alle Daten in einem System abgelegt werden müssen. Durch die Integration der Systeme lassen sich diese vielmehr nach Bedarf aggregieren.

So lassen sich messbare Vorteile gewinnen: Bei einem globalen Maschinenbauer, mit dem PTC zusammenarbeitet, hat es früher Wochen gedauert, bis Änderungen aus der Entwicklung in der Fertigung ankamen. Heute sind Änderungen, Stücklisten, 3D-Arbeitsanweisungen in Echtzeit synchronisiert. Er profitiert dadurch von schnelleren Anläufen, weniger Ausschuss, mehr Agilität und einem Team, das über Länder und Kontinente hinweg als Einheit zusammenarbeitet.

KI kann auf einer solchen Grundlage Informationen schnell zugänglich machen und Erkenntnisse eröffnen. In Form von generativem Design unterstützt sie Ingenieure dabei, bessere Entwürfe in kürzerer Zeit zu erstellen. KI-Agenten können z. B. Änderungen an Anforderungen, Konstruktionsdaten oder Systemmodellen automatisch erkennen, deren Auswirkungen analysieren und die relevanten Objekte identifizieren. Sie können die betreffenden Teammitglieder benachrichtigen und potenzielle Folgeänderungen vorgeschlagen, sodass diese frühzeitig die richtigen Maßnahmen ergreifen können. Das verbessert und beschleunigt den Produktentwicklungsprozess. Auch bei der Wiederverwendung bestehender Lösungen bzw. Teile kann KI zur unverzichtbaren Hilfe werden. Dies ist häufig ein wesentlicher Schritt zu mehr Effizienz.

Ausgehend hiervon lässt sich die Produktdaten-Basis für eine integrierte Struktur über das ganze Unternehmen hinweg nutzen: Fertigungsingenieure können den Produktionsprozess auf Basis korrekter Produktdaten frühzeitig vorbereiten, was die Produktionsplanung erleichtert und verbessert. Sie können Informationen auch an die Entwicklung zurückspielen, um die Abstimmung kontinuierlich zu verbessern. Die Produktdaten lassen sich zudem für PLM-basierte 3D-Arbeitsanweisungen nutzen, die den Fertigungsprozess unterstützen. Dies reduziert Nacharbeiten und Ausschuss und erhöht die Qualität.



Zudem ist eine solche integrierte Infrastruktur das Rückgrat des „design anywhere, build anywhere“-Konzepts. Dies kann vor allem in Zeiten geopolitischer Spannungen und volatiler Lieferketten ein unschätzbarer Wettbewerbsvorteil sein.

Die Beschaffung kann ebenfalls früher aktiv werden, schneller auf Änderungen reagieren und die Lieferkette resilienter gestalten. Ähnliches gilt für den Service: Durch den Zugriff auf die Produktdaten lässt sich die gesamte Wartungsplanung, das Ersatzteil-Lieferkettenmanagement und die Erstbehebungsraten verbessern. Und mehr noch: Dieser Zugriff eröffnet die Möglichkeit, durch optimal ausgestaltete „As a Service“-Modelle bzw. Servitization den Aftermarket als neue Umsatzquelle zu nutzen. Mit neuen Dienstleistungen, z. B. die Leistungsüberwachung der Maschine, bauen Hersteller langfristige, enge Beziehungen zu ihren Kunden auf, die beiden Seiten Vorteile verschafft.

KI-Agenten können dabei wertvolle Unterstützung leisten. Beispielsweise in der Außendienstmanagement-Lösung ServiceMax kommt eine Multi-Agenten-Architektur zum Einsatz: Der Service-Historie-Agent kann natürlichsprachliche Fragen auf Basis von Arbeitsauftragsdaten beantworten, der Terminplanungs-Agent kann den Kalender eines Servicetechnikers überprüfen und je nach Arbeitsauftrag und Kundenkontext Ereignisse planen.

Viele Hersteller nutzen in einem gewissen Umfang bereits Betriebsdaten aus vernetzten IoT-Geräten. Mithilfe von KI und maschinellem Lernen lassen sich damit zum Beispiel auch Pläne für die vorausschauende Wartung erstellen, um die Betriebszeit der Geräte und Anlagen zu erhöhen. Fließen die Daten in einen Intelligent Product Lifecycle, lassen sie sich darüber hinaus

nutzen für intelligentes Marketing und Vertrieb, zur Verbesserung des Kundenerlebnisses und – hier schließt sich wieder der Kreis zur Entwicklung – für die weitere Optimierung der Produkte mit Funktionen, die Kunden echten Mehrwert bringen.

Erfolgsfaktoren für den Einsatz von KI

Mit einer solchen integrierten technologischen Infrastruktur haben Unternehmen das Fundament für den Einsatz von KI geschaffen. Damit dieser in der Praxis erfolgreich verläuft, gilt es vor allem, drei Aspekte zu beachten:

Erstens: Rahmenbedingungen schaffen

Damit KI präzise und verlässliche Erkenntnisse liefern kann, sind nicht nur die relevanten Systeme zu konsolidieren, sondern auch klare Governance-Regeln zu formulieren und die zentralen Artefakte wie Anforderungen und Stücklisten zu verknüpfen.

Zweitens: Klein anfangen

Ein Start mit einzelnen, ausgewählten Anwendungsfällen, hält das Risiko gering und kann schneller zu Erfolgen führen. Das ist entscheidend, um weiterhin auf Unterstützung für KI-Initiativen zählen zu können. Um das Risiko zu begrenzen, empfiehlt es sich, KI anfangs ausschließlich im Zusammenspiel mit Menschen agieren zu lassen. Mit wachsendem Vertrauen und spürbarem Mehrwert lassen sich schrittweise umfassendere Automatisierungen umsetzen und der Einsatz von KI skalieren.

Drittens: KI-First-Mentalität etablieren

Die digitale Transformation lässt sich nicht allein mit Technologie erreichen. Teams müssen mit KI-Kompetenz ausgestattet werden, zudem braucht es eine Governance für den verantwortungsvollen Einsatz von KI und eine Kultur, die die Zusammenarbeit von Mensch und KI fördert.

Chancen für die Zukunft sichern

Künftig werden vor allem KI-Agenten noch erheblich mehr Möglichkeiten eröffnen – von rein unterstützenden Funktionen über die Assistenz bis hin zur autonomen Ausführung bestimmte Aufgaben. Agentenbasierte KI ist auf einer solchen Basis auch in der Lage, über alle unterstützenden Systeme hinweg zu agieren, von CAD, PLM und ALM (Application Lifecycle Management), über ERP, MES und SLM (Service Lifecycle Management) sowie IoT-Plattformen. Grundprinzip muss dabei die nahtlose Integration sein. Denn sie gewährleistet, dass KI-Funktionen mit Arbeitsabläufen, Regeln und Zugriffskontrollen übereinstimmen. Nur so lässt sich Transparenz gewährleisten – und damit Vertrauen in die KI.

Die technischen Voraussetzungen hierfür sind Offenheit und Interoperabilität mit standardisierten Schnittstellen. Unternehmen, die auf offene und skalierbare Plattformarchitekturen setzen, sichern sich langfristige Flexibilität. Damit sind sie auch für alle weiteren (KI-)Entwicklungen gewappnet.



Kontakt

Florian Harzenetter
Global Advisor Industrials bei PTC
fharzenetter@ptc.com
+49 151 195 48 939

SysML v2 – Ein Game Changer für die modellbasierte Entwicklung?

Oliver Bleisinger, Dr. Michael Hohmann, Dr. Sven Kleiner
:em engineering methods AG

Die zunehmende Komplexität cyber-physischer Produkte und deren Entwicklung durch interdisziplinäre und verteilte Teams erhöht die Bedeutung modellbasierter Prozesse, Methoden und Werkzeuge. Im modellbasierten Systems Engineering (MBSE) dient das Systemmodell als „Single Point of Truth“ (SPOT) für die Produktbeschreibung über alle Ingenieursdisziplinen hinweg.

Die Industrie verwendet formale Modellierungssprachen wie SysML (Systems Modeling Language), um Systemmodelle im MBSE zu erstellen. Dies führt jedoch zu Herausforderungen bei der nahtlosen Verbindung von Autorenwerkzeugen mit angrenzenden Disziplinen wie dem Requirements Management (RM) oder Product Lifecycle Management (PLM). Zudem ist der Zugang zu den Modellinhalten für Stakeholder aus verschiedenen Ingenieurbereichen sowie dem Management erschwert, da ein Autorenwerkzeug erforderlich ist. In diesem Artikel werden wesentliche Verbesserungen durch die Einführung von SysML v2 für MBSE vorgestellt.

Aktuelle Herausforderungen bei der Anwendung von Systemmodellen

Die Anwendung eines Systemmodells als SPOT für die Entwicklung in verschiedenen Ingenieursdisziplinen ist eine zentrale Maßnahme zur Koordination dieser Disziplinen [1]. Das Systemmodell stellt somit das Kernartefakt der modellbasierten Entwicklung im Allgemeinen und des MBSE im Speziellen dar. Allen formalisierten Modellen ist gemein, dass ein Autorenwerkzeug erforderlich ist, um das Modell zu erstellen, zu ändern oder sogar schon, um es zu lesen. Dies gilt unabhängig davon, ob eine standardisierte Sprache wie SysML oder eine proprietäre Sprache eines einzelnen Tool-Anbieters verwendet wird – auch wenn einige Anbieter Mechanismen zur Veröffentlichung von Modellen z. B. auf einem Webserver für Lesezugriffe bereitstellen. Die Nutzung der Modellinhalte ist somit auf die Fähigkeiten des Autorenwerkzeugs beschränkt, was die Nutzer-spezifische Bereitstellung von Modellinhalten zu einer der größten Herausforderungen in der Industrie macht [2].

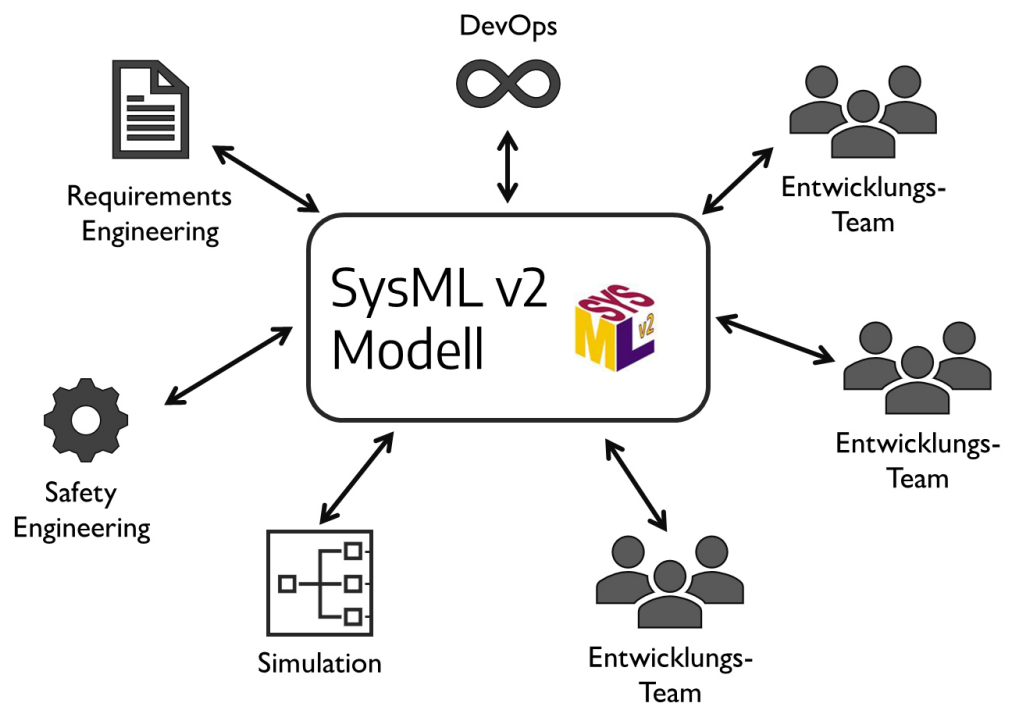


Bild 1: Systemmodell als zentrales Artefakt in der modellbasierten Entwicklung.
Bildquelle für SysML v2 Logo: OMG.

Ebenso ist die Verbindung des Modells (bzw. des Modellierungswerkzeugs) mit angrenzenden Disziplinen wie Requirements Engineering/Management oder PLM nicht ausreichend gelöst [2]. Selbst innerhalb desselben Modelltyps – etwa eines SysML-Modells – ist die Interoperabilität zwischen Lösungen verschiedener Tool-Anbieter nicht frei von Hindernissen. Die einzelnen Anbieter implementieren die Spezifikation häufig unterschiedlich, was zu heterogenen Interpretationen und eingeschränkter Modell Portabilität führt [3].

Neben technischen Einschränkungen durch Tool-Implementierungen bestehen auch Usability-Probleme aufgrund der Diagramm-zentrierten Natur der Sprache, die umfangreiche Schulungen erfordert und für Ingenieure außerhalb des Systems Engineerings eine Hürde darstellen kann [4].

Diese Herausforderungen haben viele Organisationen dazu veranlasst, in kostspielige Anpassungen, Middleware-Lösungen oder eine eingeschränkte MBSE-Einführung zu investieren, was die angestrebten Vorteile eines gemeinsamen Systemmodells als SPOT untergräbt.

Potenzielle Vorteile von SysML v2

SysML v2, wie zuvor SysML v1, wird von der Object Management Group (OMG) standardisiert und wurde im Juli 2025 zur Veröffentlichung angenommen [5]. Ziel von SysML v2 ist es, Präzision, Ausdrucksstärke, Benutzerfreundlichkeit, Interoperabilität und Erweiterbarkeit gegenüber SysML v1 zu verbessern [6].

Die wichtigsten Verbesserungen der Sprache betreffen eine besser integrierte und konsistentere Spezifikation von Anforderungen, Verhalten und Struktur sowie die Erweiterung der Sprache um Konzepte wie Produktvariabilität. Dies steht im Zusammenhang mit dem Wechsel vom UML-Metamodell zu einem neuen Metamodell auf Basis von KerML [6].

Zusätzlich ergeben sich neue technische Möglichkeiten mit SysML v2 (siehe Bild 2). Neben der bekannten grafischen Syntax, einschließlich Diagrammen, existiert nun auch eine textuelle Repräsentation des Modells mit klarer Syntax. Dies ermöglicht beispielsweise die Bearbeitung des Systemmodells mit Methoden und Werkzeugen der Softwaretechnik sowie die Anbindung an künstliche Intelligenz (sowohl lesend als auch schreibend). Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, auf die Modellinhalte über eine Programmierschnittstelle (Application Programming Interface, API) zuzugreifen. Alle drei Zugriffsarten greifen auf denselben Modellinhalt im Modellspeicher, dem Repository, zu.

Insbesondere der API-Zugriff verspricht erhebliche Verbesserungen sowohl bei der Anbindung der SysML v2-Modellinhalte an spezialisierte Werkzeuge angrenzender Disziplinen wie RM oder PLM (und damit letztlich zur Etablierung des Digital Thread) als auch bei der Interoperabilität zwischen Werkzeugen verschiedener Anbieter.

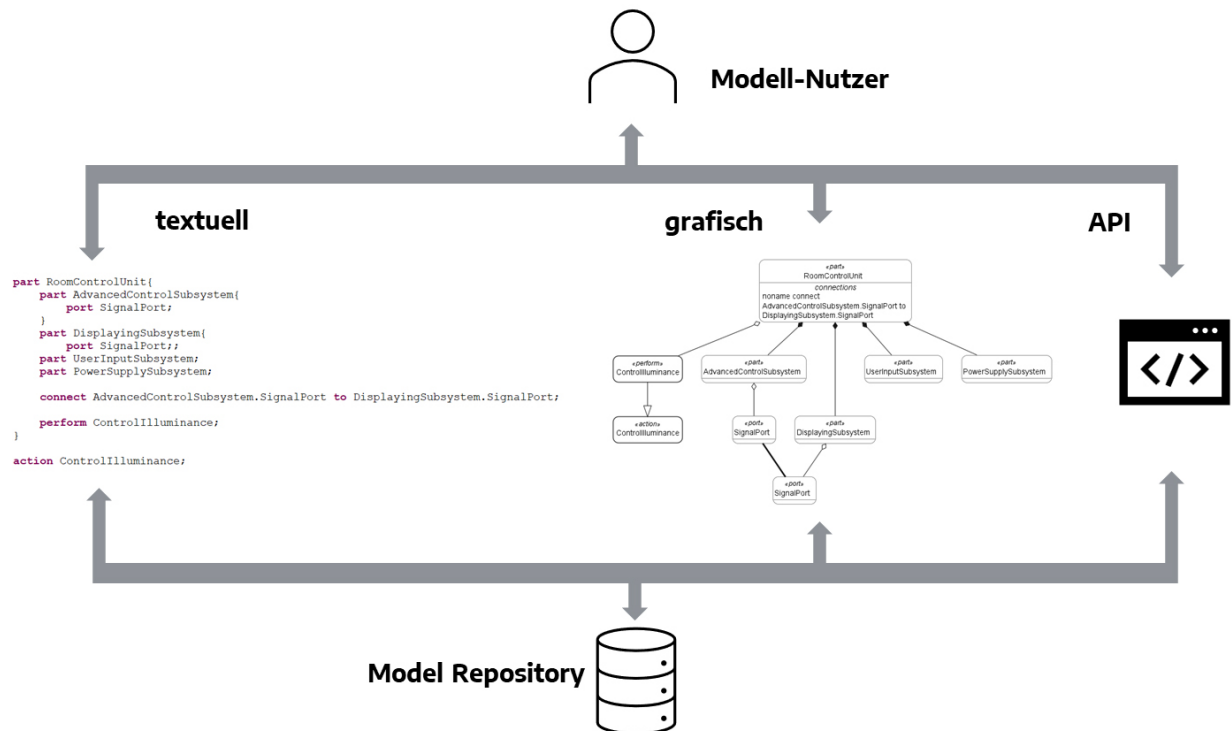


Bild 2: Zugriffsmöglichkeiten auf ein SysML v2-Modell. Beispiel-Trainingsmodell „Room Control Unit“.

Wichtige Überlegungen für Organisationen

Organisationen, die sich mit Produktentwicklung beschäftigen, müssen nun eine Strategie für die nahe Zukunft entwickeln, wobei bereits ein erhebliches Interesse an der Einführung von SysML v2 und der Planung von Pilotprojekten in der Industrie besteht [7]. Je nach Ausgangssituation sind zwei Szenarien zu unterscheiden:

Szenario 1: Einführung von MBSE

Wenn die Einführung von modellbasierter Entwicklung oder MBSE geplant oder im Gange ist, ist die Entscheidung für eine Modellierungssprache ein entscheidender Punkt. Obwohl die Modellierungssprache prinzipiell unabhängig von der Auswahl des Modellierungswerkzeugs/-tools und der Methode ist, sind diese sogenannten Drei Säulen des MBSE in der Praxis nicht frei von gegenseitigen Einschränkungen. Kein verfügbares Tool am Markt kann mit jeder Sprache arbeiten, sodass es technische Kombinationen von Tool und Sprache gibt. Zudem haben das gewählte Tool (und damit die Modellierungsmöglichkeiten) und die Sprache erhebliche Auswirkungen auf die angewandte Methode.

Szenario 2: Migration

Wenn ein Unternehmen bereits über fundierte Kenntnisse im MBSE verfügt und eine erhebliche Menge digitaler Daten in Modellen gespeichert hat (z. B. in SysML v1 oder einer proprietären Sprache eines Tool-Anbieters), muss eine Strategie entwickelt werden, ob und wie eine Migration zu SysML v2 erfolgen soll. Sowohl die Zeitplanung als auch die Auswahl eines Tools

Literatur

- [1] Jeff Estefan. „Survey of Candidate Model-Based Systems Engineering (MBSE) Methodologies“. INCOSE Technical Document TD-2007-003-02. 2008
- [2] Thomas McDermott et al. „Benchmarking the Benefits and Current Maturity of Model-Based Systems Engineering across the Enterprise Results of the MBSE Maturity Survey“. INCOSE Technical Report No. SERC-2020-SR-001. 2020
- [3] Hristo Apostolov, Damun Madjidabadi. „Current Status of SysML Model Interchange between Common Modeling Tools via XML – A Practical Study“. INCOSE EMEA SECTOR SYSTEMS ENGINEERING CONFERENCE 2018 / GfSE Tag des Systems Engineering 2018. 2018
- [4] Sanford Friedenthal, Alan Moore and Rick Steiner. A Practical Guide to SysML: The Systems Modeling Language. Morgan Kaufmann. 2014
- [5] Object Management Group. Press Release. URL: <https://www.omg.org/news/releases/pr2025/07-21-25.htm>
- [6] Object Management Group. SysML – OMG System Modeling Language. Version 2.0 beta 4. URL: <https://www.omg.org/spec/SysML/2.0/Beta4/Language/PDF>
- [7] em engineering methods AG. „Journey towards SysML v2“. Engineering Process Days (EPD). 2025
- [8] Office of Systems Engineering and Architecture – Office of the Under Secretary of Defense for Research and Engineering. „SysML v1 to SysML v2 Transition Planning Outline and Recommendations“. DOPSR Case # 24-T-0554. 2024

sowie die Bewertung notwendiger methodischer Änderungen sind entscheidende Punkte. Eine Bewertung der Umsetzungsbereitschaft sollte zunächst die aktuelle MBSE-Reife der Organisation evaluieren, da Organisationen, die noch mit der Umsetzung von grundlegenden SysML v1-Praktiken beschäftigt sind, den Übergang möglicherweise als verfrüht empfinden.

In beiden Szenarien wird empfohlen, zunächst die mit MBSE zu lösenden Anforderungen zu analysieren und die gesamte Toolkette zu betrachten, um die Kompatibilität mit bestehenden PLM-, ALM- und Simulationsumgebungen sicherzustellen. Darüber hinaus ist das Personalmanagement ebenso entscheidend. Ingenieure benötigen Schulungen zur textuellen Syntax von SysML v2 und neuen Kollaborationspraktiken, um die Lücke zwischen den Disziplinen Systems Engineering und Software Engineering zu schließen.

Der Übergang zu SysML v2 (siehe Bild 3) ist nicht nur ein technisches Upgrade, sondern stellt eine organisatorische Transformation dar. Organisationen sollten einen strukturierten Managementansatz verfolgen, der auch durch externe Beratung und Unterstützung begleitet werden kann.

Wird SysML v2 ein Game Changer sein?

Auch wenn SysML v2 nicht alle aktuellen Herausforderungen der modellbasierten Entwicklung lösen wird, stellen seine Innovationen – insbesondere die textuelle Notation, formalisierte Semantik und API-basierte Interoperabilität – einen qualitativen Sprung gegenüber SysML v1 dar. Für Organisationen, bei denen digitale Kontinuität und bereichsübergreifende Integration (Digital Thread) strategische Ziele sind, hat SysML v2 das Potenzial, ein entscheidender Baustein zu sein.

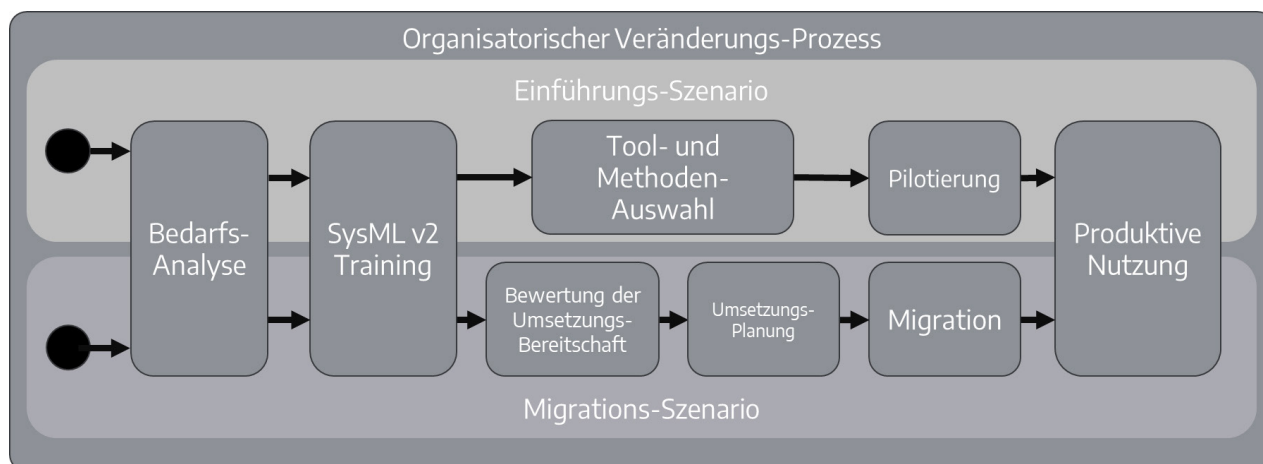


Bild 3: Möglicher SysML v2 Einführungsprozess für die beiden genannten Szenarien. Die Prozessschritte, insbesondere die Umsetzungsplanung, können mehrere Aktivitäten enthalten [8].

In jedem Fall jedoch wird die Geschwindigkeit der Einführung durch relevante Akteure der Industrie, einschließlich Tool-Anbietern und Regulierungs-Behörden, sowie die organisatorische Bereitschaft der Unternehmen, die kulturellen und prozessualen Veränderungen eines stärker software-orientierten Systems Engineerings zu akzeptieren, den Erfolg von SysML v2 maßgeblich beeinflussen.

Zusammenfassung

SysML v2 ist die neue Standardnotation für MBSE und beseitigt einige der Hauptmängel von SysML v1 (und teilweise anderer nicht-SysML-basierter Sprachen) durch eine stärker formalisierte, ausdrucksstarke und integrative Sprache, die mit modernen Praktiken des Software Engineering abgestimmt ist. Damit adressiert SysML v2 die Herausforderungen der Komplexität cyber-physischer und softwaredefinierter Produkte. Organisationen, die SysML v2 einführen möchten, müssen dies nicht nur als technisches Upgrade betrachten, sondern als organisatorischen Veränderungsprozess, der strategische Planung, Toolkettenintegration und Investitionen in Tools und Personal erfordert. Auch wenn SysML v2 kein Allheilmittel ist, hat es das Potenzial, die modellbasierte Entwicklung im Allgemeinen und MBSE im Speziellen deutlich zu verbessern und voranzubringen. Unter der Voraussetzung einer standardkonformen Implementierung in allen relevanten Tools entlang der Toolkette könnte SysML v2 ein Wendepunkt für Modellinteroperabilität und den Digital Thread sein. Daher hat der prostep ivip Verein eine neue Projektgruppe zu SysML v2 ins Leben gerufen, und alle Mitglieder sind eingeladen, sich der Arbeitsgruppe anzuschließen, um Prozesse und Methoden weiterzuentwickeln, Innovationen voranzutreiben, Systeme zu entwickeln und zukünftig erfolgreich mit MBSE zusammenzuarbeiten.



Kontakt

Dr. Sven Kleiner
:em engineering methods AG
sven.kleiner@em.ag

Umsetzung auf verschiedenen
Komplexitätsstufen:

Der digitaler Produktpass in der industriellen Praxis

Malina Wiesner, Theresa Riedelsheimer, Joanna Steiner,
Marvin Manoury, Kai Lindow,
Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK Berlin

Digitale Produktpässe als Komplexitätstreiber für Unternehmen

Die Einführung von digitalen Produktpässen (DPPs) gilt als zentrales Instrument zur Förderung der Kreislaufwirtschaft in Europa (EU 2024). Sie können Ressourcennutzung, Rückverfolgbarkeit, Wiederverwendung und Recycling verbessern, besonders in rohstoffintensiven Branchen wie Elektronik, Automobil oder Bau, und Abhängigkeiten von globalen Lieferketten reduzieren. In der Praxis erweist sich die Umsetzung jedoch als komplex: Unternehmen müssen relevante Daten erheben, in historisch gewachsene IT-Infrastrukturen integrieren und den Datenaustausch zwischen internen und externen Stakeholdern standardisieren (Jansen et al. 2023). Hinzu kommt, dass Anforderungen je nach Produktgruppe, Unternehmensrolle im Lebenszyklus (z. B. Supply Chain, OEM, End-of-Life) und regulatorischem Kontext stark variieren (Wautelet und Ayed 2024), sodass ein einheitlicher Implementierungsansatz unrealistisch ist.

Die Europäische Kommission hat mit der Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte (ESPR) sowie weiteren Verordnungen, u. a. Batterie-, Spielzeug- und Bauprodukte, einen verbindlichen Rahmen geschaffen. Der Arbeitsplan 2025-2030 konkretisiert Anforderungen für priorisierte Produktgruppen wie Stahl- und Aluminiumprodukte, Textilien, Möbel und Reifen und gibt einen zeitlichen Fahrplan vor. Diese Vorgaben sind richtungsweisend für die Gestaltung digitaler Produktdatenstrukturen (EC 2025). Die priorisierten Gruppen unterscheiden sich stark in Materialkomplexität, Lieferkettenstruktur und Umweltwirkungen, was die Ausgestaltung der jeweiligen DPPs beeinflusst. Die Einführung erfordert differenzierte Lösungen, die regulatorische Vorgaben und branchenspezifische Besonderheiten berücksichtigen. Auch innerhalb einer Wertschöpfungskette variieren die Anforderungen: Hersteller, Zulieferer oder Recycler benötigen unterschiedliche Interaktionen mit dem DPP. Eine systematische Betrachtung entlang der Dimensionen Daten, Infrastruktur und Organisation ist daher entscheidend für praktikable und skalierbare Lösungen. Die ersten Unternehmen setzen DPPs bereits um oder starten mit der Implementierung.

Vor diesem Hintergrund hat das Fraunhofer IPK ein Modell für die strategische Konzeptionierung von DPP-Projekten vorgestellt (Steiner et al. 2025). Aus industriellen Umsetzungsprojekten von DPPs wurde zudem ein Strukturmodell für die unternehmensinterne Implementierung von DPPs abgeleitet. Im Folgenden wird das Strukturmodell als praxisnahe Entscheidungsgrundlage präsentiert, mit der Unternehmen strategische Ansätze für DPPs konkret ausgestalten können.

Digitale Durchgängigkeit: Das Fundament erfolgreicher DPPs

Die ESPR formuliert grundlegende Informationsanforderungen, die sich horizontal (übergreifend für alle Produktgruppen) und vertikal (spezifisch für einzelne Produktgruppen) ausprägen. Horizontale Anforderungen betreffen z. B. Reparaturfähigkeit, Recyclingfähigkeit und CO₂-Fußabdruck (Europäische Kommission 2025). Vertikale Anforderungen, etwa beim Batteriepass, gehen deutlich weiter und verlangen detaillierte Daten zu chemischer Zusammensetzung, CO₂-Emissionen je Fertigungsstufe, Recyclingraten und kritischen Rohstoffen (DIN 2025). Im Hinblick auf Daten und Systemarchitektur unterscheidet die ESPR zwischen dem DPP-Datenartefakt und dem DPP-System (Jansen et al. 2023).

Das DPP-Datenartefakt ist der digitale Produktpass, ein strukturierter Datensatz mit produktspezifischen Informationen zu Materialien, Herkunft, Umweltwirkungen und sozialen Aspekten, bereitgestellt von verschiedenen Akteuren entlang der Wertschöpfungskette. Es bildet die Grundlage für Rückverfolgbarkeit, Wiederverwendung und Nachhaltigkeitsbewertung (Ducuing und Reich 2023; Koppelaar et al. 2023; Jansen et al. 2023). Das DPP-System bezeichnet die IT-Architektur, die diese Daten erfasst, konsolidiert und verknüpft, Produkte eindeutig mit digitalen Repräsentationen verbindet und den Austausch zwischen Stakeholdern durch Register, Schnittstellen und Identitätsmanagement ermöglicht (Jansen et al. 2023).

Die Informationsanforderungen müssen je nach Zweck auf Modell-, Chargen- oder Einzelproduktebene referenziert werden. Am Beispiel des Batteriepass (DIN 2025) zeigt sich: Angaben wie chemische Zusammensetzung reichen auf Modell- oder Zelltyp-Ebene, während Daten wie CO₂-Emissionen je Fertigungsstufe oder Nutzungshistorien instanzspezifisch erfasst werden müssen. Dabei wird zwischen statischen und dynamischen Daten unterschieden: Statische Daten verändern sich nicht über den Lebenszyklus, während dynamische Daten, wie Nutzungs- und Reparaturdaten, kontinuierlich aktualisiert werden (DIN 2025). Mit wachsendem Anteil dynamischer Daten steigen die Komplexität der Erfassung und die Anforderungen an die IT-Systeme.

Die komplexen Informationsanforderungen an DPPs stellen hohe Anforderungen an die zugrunde liegenden IT-Systeme. Die Systeme müssen nicht nur heterogene Daten aus ERP-, PLM- und MES-Lösungen integrieren, sondern auch kontextabhängigen Zugriff über differenzierte Rollen- und Rechtekonzepte ermöglichen. Neben regulatorischer Compliance sollen sie funktionale Mehrwerte bieten und zugleich energieeffizient, modular und langfristig tragfähig ausgelegt sein, um als kritische Infrastruktur der digitalen Kreislaufwirtschaft zu bestehen.

Durch die vielfältigen Informationsbedarfe und den hohen Anspruch an den Datenaustausch erweist sich der DPP als Paradebeispiel für digitale Durchgängigkeit von Produktdaten - ein mehrdimensionaler Anwendungsfall entlang der Dimensionen Organisation, Daten und Infrastruktur.

DPP ist nicht gleich DPP: Warum Unternehmen differenzierte Implementierungsansätze brauchen

Die Umsetzung von DPPs ist nicht für jedes Unternehmen gleich: Die Betroffenheit hängt ab von Produktgruppen, Zielmärkten und strategischen Unternehmensentscheidungen. Zwar existieren für einzelne Produkttypen wie Batterien bereits konkrete Informationsanforderungen (DIN 2025), in vielen Bereichen fehlen jedoch klare Vorgaben, was eine belastbare Identifikation von Anwendungsfällen für Unternehmen erschwert. Zudem könnte die erwartete sektorale Differenzierung durch Delegierte Rechtsakte und verschiedener verbundener Regularien (z.B. Energy Labelling) zu stark variierenden Anforderungen innerhalb einzelner Branchen führen, etwa bei Haushaltsgeräten und Unterhaltungselektronik (Wautelet und Ayed 2024). Für eine internationale Harmonisierung von DPPs werden in diesem Zusammenhang Initiativen des ISO/IEC JTC 1 sowie des europäischen JTC24 angestrebt (ANSI 2025).

Die technischen Spezifikationen des EU-DPP-Systems liegen noch nicht vollständig vor, sodass Unternehmen keine verlässliche Grundlage für Planung und Strategie besitzen. Parallel entstehen zahlreiche Pilotprojekte mit proprietären Technologien, deren eingeschränkter Scope und mangelnde Interoperabilität die Skalierbarkeit behindern (Wautelet und Ayed 2024). Beispiele wie der Batteriepass oder die Catena-X-Referenzanwendung zeigen zwar vielversprechende Ansätze: Catena-X bietet ein semantisches Modell, ein Frontend zur Visualisierung sowie Identitäts- und Zugriffsmanagement, ist jedoch stark ans eigene Ökosystem gebunden und auf die Automobilindustrie zugeschnitten. Ein zentraler Engpass bleibt die Datenverfügbarkeit entlang der Lieferkette. Die Identifikation relevanter Informationen ist unternehmensspezifisch und ressourcenintensiv; zudem erfordert sektorübergreifender Datenaustausch Interoperabilität zwischen Ökosystemen wie Catena-X und Aerospace-X (Manoury et al. 2025).

Die Analyse von Use Cases in Batterie, Elektronik und Textil zeigt, dass ein einheitlicher DPP-Ansatz nicht ausreicht. Unterschiedliche Stakeholder, von Herstellern über Reparaturbetriebe bis hin zu Recyclingunternehmen, haben teils stark divergierende Anforderungen an Datenformate, Granularität und Zugriffsrechte. So benötigen Reparaturwerkstätten präzise Nutzungsdaten, während Recyclingunternehmen Informationen zur Materialzusammensetzung benötigen (Wautelet und Ayed 2024).

DPPs ermöglichen durch die strukturierte Verknüpfung umfassender Produktdaten jedoch nicht nur regulatorische Compliance, sondern auch zukünftige Analytics- und KI-Anwendungen, von prädiktiven Modellen und dynamischer CO₂-Berichterstattung bis hin zu neuen datenbasierten Geschäftsmodellen (Voulgaridis et al. 2024; Borah et al. 2024; King et al. 2023a, 2023b). Unternehmen sollten daher strategische Zukunftsfragen zu erweiterten Geschäftsmodellen systematisch in ihre DPP-Implementierung integrieren. Einheitliche Standards und interoperable Systeme sind dafür essenziell, müssen aber Spielraum für sektorale Anpassungen lassen, um den DPP als Werkzeug für Kreislaufwirtschaft und neue Geschäftsmodelle wirksam zu machen.

Komplexität greifbar machen: Strukturierte Ansätze zur Implementierung von DPPs

Die Ausprägung von DPPs unterscheidet sich je Unternehmen aufgrund ihrer Rolle innerhalb der Wertschöpfungskette, ihrer Betroffenheit durch regulatorische Anforderungen, der Produkt- und Lieferkettenkomplexität sowie ihrem eigenen digitalen Entwicklungsstand und dem ihrer Partner. Daher ist die Umsetzung von DPPs keine binäre Entscheidung („DPP ja oder nein“), sondern eine abgestufte Entwicklung auf verschiedenen Stufen. Das vorgestellte Strukturmodell für DPPs bietet hierfür einen systemischen Rahmen zur Einordnung unternehmensspezifischer Initiativen (Bild 1). Es spezifiziert das vom Fraunhofer IPK entwickelte strategische Konzept für DPP-Projekte (Steiner et al. 2025), mit DPP-Implementierungsansätzen anhand wachsender Komplexität auf drei Dimensionen (Organisation,

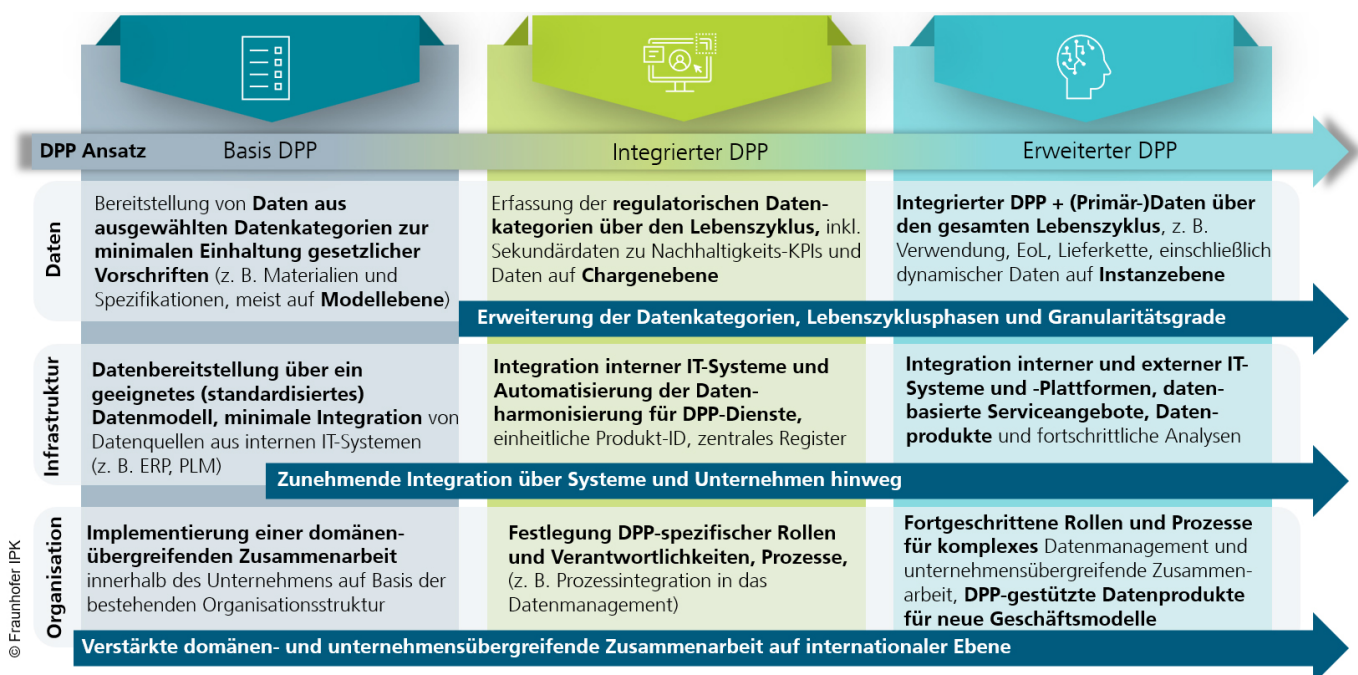


Bild 1: Komplexitätsdimensionen angewandt auf differenzierte DPP-Implementierungsansätze (Steiner et al. 2025)

Der digitaler Produktpass in der industriellen Praxis

99

Daten, Infrastruktur) von der reinen Basisdatenbereitstellung bis hin zu erweiterten DPPs mit vollständiger Integration analytischer und kollaborativer Funktionen reichen.

Bild 1 zeigt drei Ansätze zur Umsetzung von DPPs (Steiner et al. 2025), abgestuft nach der Komplexität in den Dimensionen Daten, Infrastruktur und Organisation. Die Darstellung verdeutlicht, wie steigende regulatorische Anforderungen höhere Datenkomplexität nach sich ziehen, die wiederum tiefere Systemintegration und erweiterte organisatorische Strukturen erfordert.

Das Modell zeichnet sich durch eine ganzheitliche Perspektive aus: Es verknüpft technische, datenbezogene und organisatorische Anforderungen und zeigt, wie deren Wechselwirkung die Komplexität und den Nutzen von DPPs bestimmt. Die drei Dimensionen dienen dabei als zentrale Stellhebel, anhand derer Unternehmen systematisch analysieren können, wo sie aktuell stehen und welche Entwicklungsschritte für komplexere DPPs notwendig sind.

Die Auswahl eines geeigneten Ansatzes hängt maßgeblich von der Ausgangslage des Unternehmens ab. Unterschiede in der Rolle innerhalb der Wertschöpfungskette, etwa als Inverkehrbringer, Lieferant oder Recycler, führen zu variierenden Anforderungen an Datenbereitstellung und Systemintegration. Besonders relevant ist die indirekte Betroffenheit: Auch Unternehmen ohne direkte Regulierungspflicht müssen künftig als Datenlieferanten Informationen bereitstellen, die für die DPP-Erfüllung nachgelagerter Akteure erforderlich sind. Zudem beeinflussen Datenverfügbarkeit, -qualität und Digitalisierungsgrad der IT-Infrastruktur die Realisierbarkeit komplexerer Funktionen.

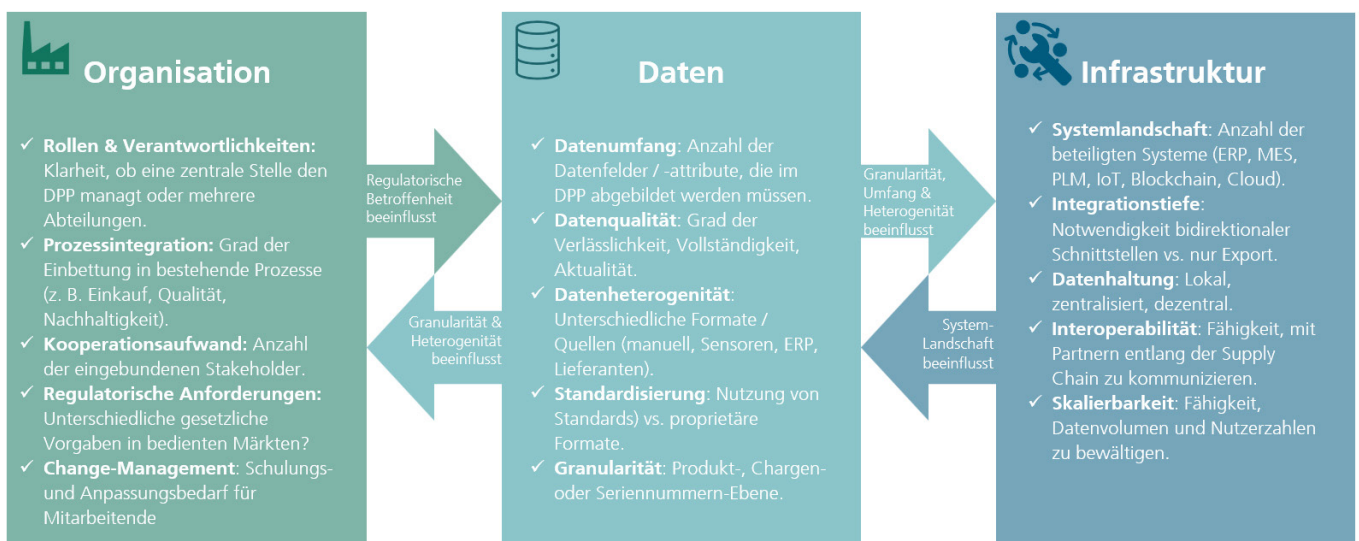


Bild 2: Dimensionen und Kriterien für DPP-Komplexität

Vor diesem Hintergrund sind abgestufte Implementierungsansätze notwendig, um die Komplexität der DPP-Einführung differenziert entlang technischer, organisatorischer und regulatorischer Anforderungen zu adressieren. Die Einordnung eines Unternehmens in einen passenden DPP-Implementierungsansatz sollte entlang zentraler Dimensionen erfolgen. Unterschiede in organisatorischer Rolle, regulatorischer Betroffenheit, Datenverfügbarkeit und technischer Infrastruktur bestimmen maßgeblich, welcher Ansatz praktikabel ist. Bild 2 spezifiziert diese Dimensionen im Kontext von DPPs und definiert Kriterien zur systematischen Einordnung.

Die drei Dimensionen, Daten, Infrastruktur und Organisation, beeinflussen sich dabei gegenseitig. Bild 2 zeigt die Dimensionen und definierte Kriterien anhand derer sich der Grad der Komplexität einer DPP-Implementierung einstufen lässt. Die Kriterien helfen Unternehmen dabei, die Komplexität von DPPs für sich einzuordnen und eine Entscheidung über einen geeigneten Implementierungsansatz zu treffen. Regulatorische Anforderungen bestimmen Umfang und Granularität der Daten und erhöhen so die Komplexität von Quellen und Formaten. Die Heterogenität der Daten wirkt direkt auf den Kooperationsaufwand und die Tiefe der Prozessintegration. Umfang und Detailgrad der Daten bedingen zudem die notwendige Integrationstiefe und Interoperabilität, die wiederum die künftige Systemlandschaft prägen. Umgekehrt beeinflusst die vorhandene Systemlandschaft, wie standardisiert Datenformate sind und wie vielfältig die Quellen ausfallen, mit direkten Auswirkungen auf die organisatorische Komplexität.

Kriterium	DPP-Implementierungsansatz		
	Basic DPP	Integrated DPP	Enhanced DPP
Rollen & Verantwortlichkeiten	klar zugeordnet, wenige Beteiligte	verteilt auf mehrere Abteilungen	viele Stakeholder, intern und über Unternehmensgrenzen hinweg
Prozessintegration	ergänzend, nicht geschäftskritisch	in Kernprozesse eingebettet	tiefgreifende Umgestaltung mehrerer Prozesse
Kooperationsaufwand	1–2 Partner	mehrere Partner, teilweise komplex	viele internationale Partner, hohe Abstimmungskosten
Regulatorische Anforderungen	einheitliche Vorgaben	teils unterschiedliche Vorgaben	stark differenzierte / länderspezifische bzw. produktspezifische Regularien
Change-Management	geringer Schulungsbedarf	punktueller Trainings nötig	hoher Weiterbildungs- & Kommunikationsaufwand

© Fraunhofer IPA

Bild 3: Organisation - DPP-Komplexität nach Kriterien

Kriterium	DPP-Implementierungsansatz		
	Basic DPP	Integrated DPP	Enhanced DPP
Datenumfang	wenige Attribute (z. B. Basisdaten zum Produkt wie Gewicht einer Komponente)	erweiterte Attribute (z. B. Material, Energie)	sehr viele Attribute (z. B. Lifecycle-, Recycling-, CO ₂ -Daten)
Datenqualität	weitgehend vollständig & konsistent	teilweise unvollständig, Plausibilitätsprüfungen nötig	Hohes Fehlerrisiko, Datenlücken und Aktualität müssen kontinuierlich optimiert werden
Datenheterogenität	homogen, aus 1–2 Quellen	mehrere Quellen, teils unterschiedliche Formate	viele Quellen, stark variierende Formate (ERP, IoT, Lieferanten)
Standardisierung	vollständig nach gängigen Standards	teilweise standardisiert	proprietäre / inkompatible Formate
Granularität	Modell - Produktebene	Chargenebene	Chargen & Serien-/Einzelebene, Kombination

© Fraunhofer IPA

Bild 4: Daten – DPP-Komplexität nach Kriterien

Kriterium	DPP-Implementierungsansatz		
	Basic DPP	Integrated DPP	Enhanced DPP
Systemlandschaft	1–2 Systeme	mehrere interne Systeme	komplexe Landschaft mit vielen internen & externen Systemen
Integrationstiefe	einfache Exporte / manuelle Übergaben	teilautomatisierte Schnittstellen	bidirektionale Echtzeit-Integrationen
Datenhaltung	lokal oder zentrales System	hybride Cloud-Lösungen	verteilte/dezentrale Architekturen
Interoperabilität	rein interne Nutzung	eingeschränkter Austausch mit Partnern	umfassende Supply-Chain-weite Interoperabilität
Skalierbarkeit	auf aktuelles Volumen ausgelegt	moderate Skalierbarkeit	hoch skalierbar, international, viele Nutzer & Datenmengen

© Fraunhofer IPA

Bild 5: Infrastruktur: DPP-Komplexität nach Kriterien

Die drei DPP-Implementierungsansätze unterscheiden sich entlang der Dimensionen Daten, Infrastruktur und Organisation deutlich in ihrer Komplexität. Bilder 3,4,5 zeigen die Dimensionen Organisation, Daten und Infrastruktur der DPP-Ansätze und deren zunehmende Komplexität anhand der definierten Kriterien aus Bild 2.

In der **Datendimension** zeigt sich dies durch Umfang, Granularität und Heterogenität der Quellen: Während der Basic DPP auf wenige, standardisierte Attribute aus homogenen Quellen auf Produktebene setzt, nutzt der Integrated DPP eine erweiterte Datenbasis mit teils heterogenen Formaten und Chargenbezug. Der Enhanced DPP geht weiter und integriert umfangreiche, oft unstrukturierte Nachhaltigkeitsdaten aus internen und externen Quellen bis hin zur Serien- oder Einzelebene.

Literatur

- ANSI (2025): Digital Product Passports: ANSI Seeks Comments on Proposed ISO/IEC JTC
- Borah, M.; Wang, Q.; Moura, S.; Sauer, D.U.; Li, W. (2024): Synergizing physics and machine learning for advanced battery management. Commun. Eng. 3(1)
- DIN DKE SPEC 99100 (2025): Anforderungen an Datenattribute des Batteriepasses
- Ducuing, C.; Reich, R.H. (2023): Data governance: Digital product passports as a case study. Compet. Regul. Netw. Ind. 24(1)
- Europäische Kommission (2025): Ecodesign for Sustainable Products and Energy Labelling Working Plan 2025-2030
- Europäische Union (2024): Regulation (EU) 2024/1781 establishing a framework for ecodesign requirements
- Jansen, M.; Meisen, T.; Plociennik, C.; Berg, H.; Pomp, A.; Windholz, W. (2023): Stop guessing in the dark: Requirements for Digital Product Passport Systems. Systems 11(3)
- King, M.R.N.; Timms, P.D.; Mountney, S. (2023): A proposed universal definition of a Digital Product Passport Ecosystem (DPPE). J. Cleaner Prod. 384
- Koppelaar, R.H.E.M.; Pamidi, S.; Hajósi, E.; Herreras, L.; Leroy, P.; Jung, H. et al. (2023): A Digital Product Passport for Critical Raw Materials Reuse and Recycling. Sustainability 15(2)
- Manoury, M.; Wiesner, M.; Riedelsheimer, T.; Honsberg, F.; Lindow, K. (2025): Challenges and Lessons Learned for Industry Transfer of DPP Solutions. IEEE ICPS 2025
- Steiner, J.; Lindow, K. (2025): Strategien für Unternehmen zur Umsetzung von digitalen Produktpässen. DOI: 10.24406/publica-5019
- Voulgaridis, K.; Lagkas, T.; Angelopoulos, C.M.; Boulogeorgos, A.-A.A.; Argyriou, V.; Sarigiannidis, P. (2024): Digital product passports as enablers of digital circular economy. Telecommun. Syst. 85(4)
- Wautelet, T.; Ayed, A.-C. (2024): Exploring possible Digital Product Passport (DPP) use cases in battery, electronics and textile value chains

Auch die **Infrastruktur** skaliert: Der Basic DPP arbeitet mit überschaubarer Systemlandschaft und einfachen Export-Schnittstellen. Im Integrated DPP werden mehrere Systeme über teilautomatisierte Schnittstellen verbunden. Der Enhanced DPP erfordert eine hochgradig vernetzte, oft dezentrale Architektur mit bidirektionalen Echtzeit-Integrationen und hoher Interoperabilität entlang der Lieferkette.

In der **Organisation** steigt die Komplexität mit Stakeholderzahl, Prozessintegration und regulatorischen Anforderungen: Während der Basic DPP wenigen Rollen zugeordnet und in bestehende Prozesse eingebettet ist, verlangt der Integrated DPP abteilungsübergreifende Koordination und Einbettung in zentrale Geschäftsprozesse. Der Enhanced DPP bringt schließlich tiefgreifende Veränderungen, inkl. internationaler Abstimmung, komplexem Change-Management und differenzierten regulatorischen Anforderungen.

Die Wahl des Ansatzes hängt stark von digitaler Reife, strategischen Zielen und regulatorischer Betroffenheit eines Unternehmens ab. Die Definition unterschiedlicher Komplexitätsstufen in den Dimensionen Daten, Infrastruktur und Organisation macht deutlich, dass DPPs nicht als isoliertes IT-Projekt, sondern als strategisches Element der digitalen und nachhaltigen Transformation zu verstehen sind.

Ausblick

Das vorgestellte Komplexitätsmodell bietet Unternehmen eine strukturierte Grundlage zur Einordnung und Umsetzung von DPPs. Es verdeutlicht, dass DPPs nicht nur technische, sondern auch organisatorische und strategische Anpassungen erfordern. Die differenzierten Ansätze helfen, Komplexität greifbar zu machen und Initiativen gezielt zu planen. Damit unterstützt das Modell Unternehmen, DPPs nicht als isoliertes IT-Projekt, sondern als integralen Bestandteil einer digitalen und nachhaltigen Transformation zu verstehen. Die systemische Betrachtung zentraler Unternehmensdimensionen ermöglicht es, sich im dynamischen und noch nicht vollständig definierten regulatorischen Umfeld zu orientieren und tragfähige Umsetzungsstrategien zu entwickeln.

Das Modell wird derzeit in laufenden Industrieprojekten umgesetzt, erprobt und anhand der dort gewonnenen Anforderungen kontinuierlich weiterentwickelt und spezifiziert. Mit fortschreitender technischer und regulatorischer Entwicklung rücken dabei insbesondere Interoperabilität, die KI-Readiness von DPP-Systemen sowie die Nutzung datenbasierter Geschäftsmodelle in den Fokus



Kontakt

Malina Wiesner
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Nachhaltige Produktökosysteme
Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen
und Konstruktionstechnik
malina.wiesner@ipk.fraunhofer.de



Kontakt

Theresa Riedelsheimer
Abteilungsleitung Nachhaltige
Produkt-Ökosysteme
Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen
und Konstruktionstechnik
theresa.riedelsheimer@ipk.fraunhofer.de



Kontakt

Dr.-Ing. Kai Lindow
Leitung des Geschäftsfelds Virtuelle
Produktentstehung
Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen
und Konstruktionstechnik
kai.lindow@ipk.fraunhofer.de

Bleiben Sie informiert rund um alle prostep ivip Events, Veröffentlichungen und Neuigkeiten!



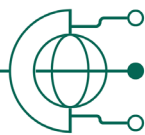
ENGINEERING INTEROPERABILITY DAY

Including STEP AP242 Day, JT Day
& MBx-IF Roundtable

1. Oktober 2026
NH Frankfurt
Flughafen West

Interoperability Summit

Efficient through the digital transformation



prostep ivip PARTNER EVENT
7. Mai 2026 Bonn



Social Media

Mit LinkedIn gut informiert!

Hier erhalten Sie unsere Neuigkeiten am schnellsten - über unseren LinkedIn Kanal prostep ivip Association! Am besten gleich vernetzen und immer up to date bleiben.



Newsletter

Schon angemeldet?

Der prostep ivip Newsletter informiert Sie über alle Aktivitäten rund um den Verein - sei es um die Arbeit und Ergebnisse der Projektgruppen, Events, den KI-Marktplatz u.v.m.

[🔗 Hier geht's zur Anmeldung!](#)

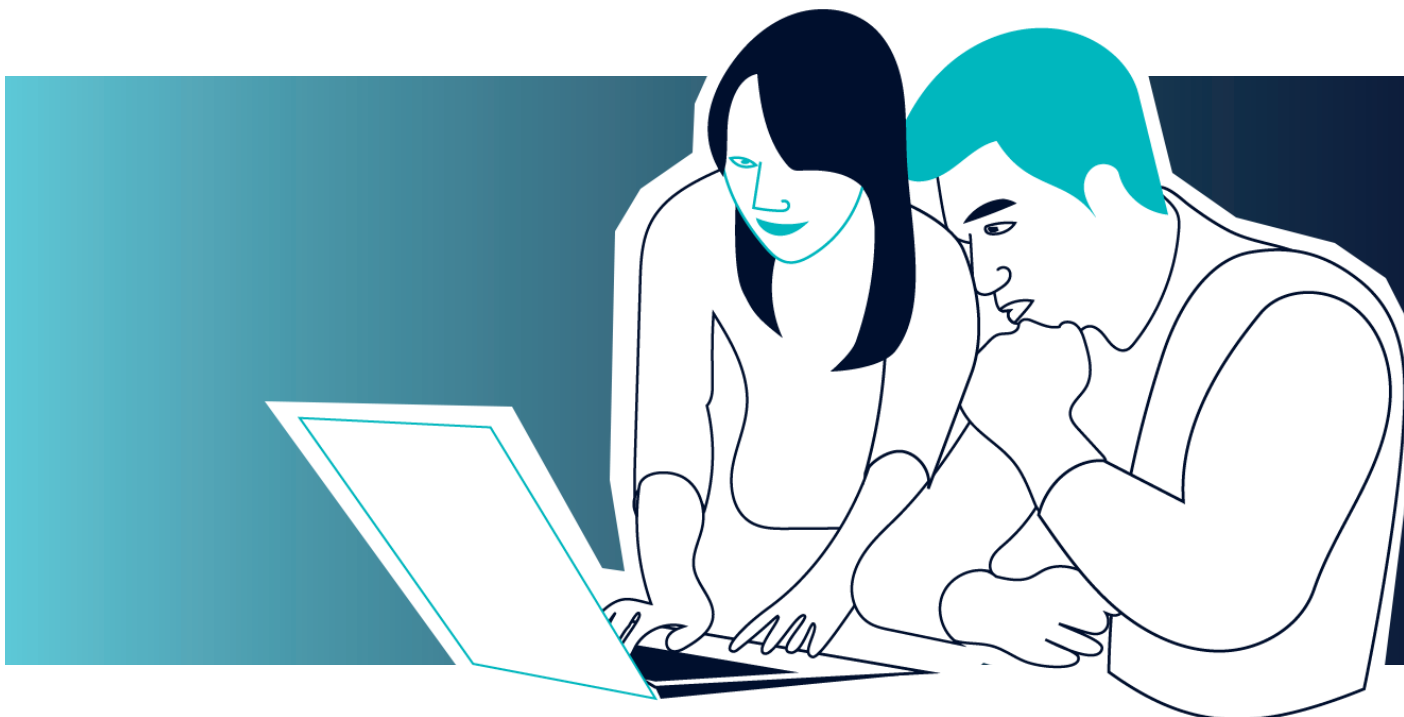
prostep ivip Web Seminare

Die prostep ivip Web Seminare bieten unseren Mitgliedern als auch Interessenten die Möglichkeit, die verschiedenen Vereinsgruppen näher kennenzulernen und sich über die jeweiligen Ergebnisse und Anwendungsmöglichkeiten zu informieren.

Unsere Web-Seminare stehen Ihnen auf unserer Plattform jederzeit zum Abruf bereit. Jeden Monat erweitern wir unsere Bibliothek um ein neues Thema.

Erweitern Sie Ihr Fachwissen mit unseren kommenden Web Seminaren zu zukunftsweisenden Technologien und Standards: Das Standardization Strategy Board (SSB) vermittelt strategische Einblicke in die Normungslandschaft, Long-term archiving and retrieval (LOTAR) zeigt Ihnen nachhaltige Archivierungslösungen auf, und das Framework for AI-Enabled Collaborative Engineering (FAICE) öffnet neue Perspektiven für KI-gestützte Zusammenarbeit in der Entwicklung.

prostep ivip: [🔗 Webseminare](#)



Die Wissensplattform für digitale industrielle Exzellenz

Beim prostep ivip Verein gestalten wir die digitale Landschaft von morgen - in unserem globalen Netzwerk mit über 170 Mitgliedsunternehmen, die Innovation vorantreiben

Entdecken Sie unser digitales Ökosystem

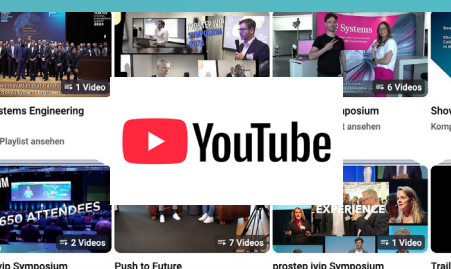
Mediathek

Greifen Sie auf unsere umfassende Bibliothek mit Whitepapers, Positionspapieren und Implementierungsleitfäden zu - erstellt von Branchenführern und technischen Experten.



YouTube-Kanal

Schauen Sie aufschlussreiche Interviews, Webinar-Aufzeichnungen und praxisnahe Demonstrationen, die komplexe Konzepte der digitalen Transformation greifbar machen.



LinkedIn community

Werden Sie Teil unseres lebendigen Professional Networks, in dem Vordenker Erkenntnisse teilen, Trends diskutieren und gemeinsam an Lösungen arbeiten.

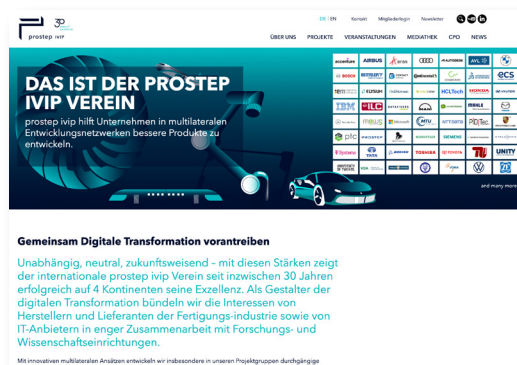


Warum sich mit uns vernetzen?

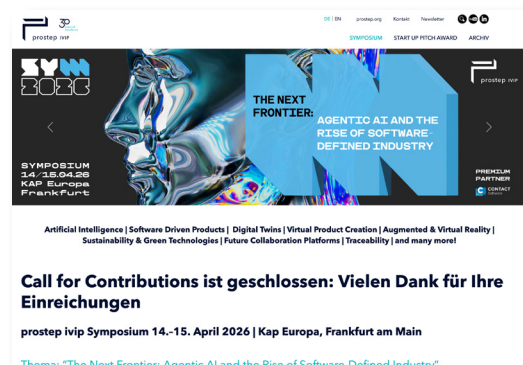
- **IMMER EINEN SCHRITT VORAUS:** Zugang zu aktuellen Standards, Implementierungsleitfäden und Best Practices
- **EXPERTENWISSEN:** Vernetzen Sie sich mit Vordenkern und technischen Experten Ihres Fachgebiets
- **PRAXISNAHE LÖSUNGEN:** Entdecken Sie umsetzbare Ansätze für Ihre digitalen Herausforderungen
- **GLOBALES NETZWERK:** Tauschen Sie sich mit Gleichgesinnten aus, die vor ähnlichen Transformationsaufgaben stehen

Ein Klick - grenzenloses Innovationspotenzial

Besuchen Sie unsere Websites für weitere Informationen



Entdecken Sie das prostep ivip Symposium



Informieren Sie sich über die übrigen prostep ivip-Veranstaltungen



Nehmen Sie Kontakt mit uns auf!



Machen Sie Leser zu Kunden – schalten Sie jetzt Ihre Anzeige!



Etabliert und wegweisend seit 1994: das ProduktDaten Journal von prostep ivip! Zweimal jährlich präsentieren hier Experten aus Industrie und Wissenschaft neueste Entwicklungen und Projekte.

prostep ivip – Ihr Digitalisierungspartner:
40% Anwender, 40% Systemadministratoren und
20% Forschung & Entwicklung

So erreichen Sie zu 100% Top-Management, IT und Business unserer Mitglieder!

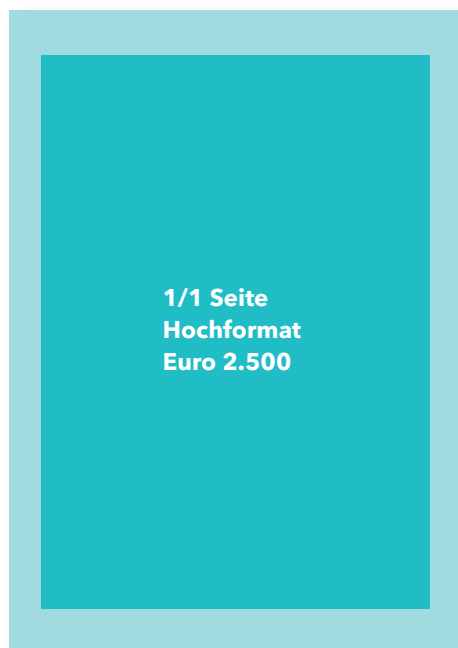
Wissenstransfer ist das höchste Ziel des Thinktanks prostep ivip. Nutzen Sie unsere Netzwerke – und treffen Sie mit einer Anzeige genau Ihre Zielgruppe: Die Entscheider der Top-Unternehmen der Automobil-, Flugzeug- und allgemeinen Fertigungsindustrie sowie Forschung!

Das ProduktDaten Journal erscheint zweimal jährlich als E-Paper (PDF-Download verfügbar) in deutscher und englischer Sprache. Neben den hochkarätigen wissenschaftlichen Inhalten des ProduktDaten Journals bietet sich Ihnen künftig die Möglichkeit, in werblicher Form noch gezielter auf Ihr Unternehmen oder Ihre Produkte aufmerksam zu machen.

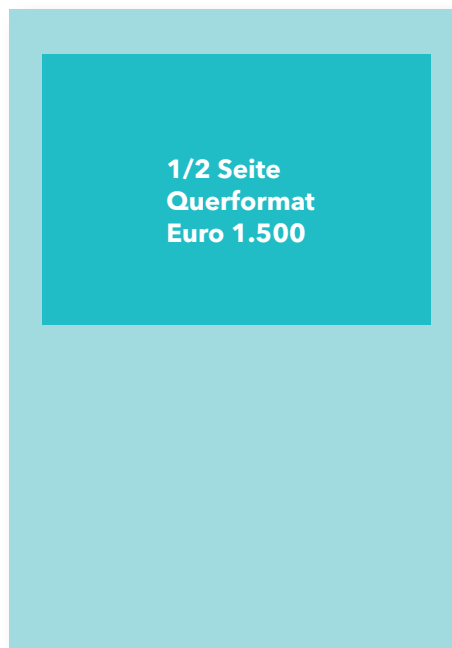
Hier finden Sie alle Informationen zu Ihrer möglichen Anzeige im nächsten ProduktDaten Journal!

Anzeigenformate und -preise

gültig ab 01.09.2025



1/1 Seite angeschnitten DIN A4.
Platzierung auf den Umschlagseiten
U2, U3 oder U4, maximal 3 Anzeigen
pro Heft, 4-farbig.
Euro 2.500,00



1/2 Seite Querformat angeschnitten
210 x 146 mm.
Platzierung im redaktionellen Teil,
maximal 1 Anzeige pro Heft, 4-farbig.
Euro 1.500,00

Telefon +49 151 20528679
fabienne.kreusch@prostep.org

prostep ivip Verein
Heinrich-Hertz-Straße 3-7
64295 Darmstadt
www.prostep.org

Kontakt

Hinweise für Autoren

Vorab

Bitte im Vorfeld Zusendung eines Abstracts zum Artikel

Text/Artikel

- Richtwert pro Seite: 2.900 Zeichen* + 1 Grafik
- Foto des Ansprechpartners
- Rubrik Neue Mitglieder: 1.000 Zeichen* + 1 Grafik,
- Wissenschaft & Forschung: 17.500 Zeichen* + 5 Grafiken
- Fachbeiträge von Unternehmen: 12.000 Zeichen* + 4 Grafiken
- Beiträge aus den Projektgruppen: 12.000 Zeichen* + 4 Grafiken
- In der Beitragsüberschrift keine Produktnamen verwenden
- Formatierung des Textes auf Überschrift, Einleitung, Zwischenüberschriften und Aufzählungen beschränken.
- Bitte als Kontakt den Namen des Autors, Firma/Organisation, Titel, Telefon und/oder E-Mail-Adresse angeben, gerne auch mit Foto
- Bitte eine englische Version des Textes gleich mitschicken.
- Layout: Korrekturumlauf möglich sowohl für die deutsche als auch für die englische Ausgabe

*inkl. Leerzeichen

Sie haben Fragen rund um prostep ivip? Wir helfen gerne weiter!



Dr. Alain Pfouga
General Manager
alain.pfouga@prostep.org
+49 178 9509402



Fabienne Kreusch
Public Relations & Event Manager
fabienne.kreusch@prostep.org
+49 151 20528679



Nora Tazir
Technical Program Manager
nora.tazir@prostep.org
+49 6151 9287-434

Fotos/Grafiken

- Text und Fotos/Grafiken getrennt abspeichern
- Bitte die Bildzuordnung im Text deutlich machen, eindeutige Bildunterschrift
- Grafiken in deutscher und englischer Sprache erstellen!
- Grafikformate: TIFF, JPG, Powerpoint für Grafiken, EPS
- Auflösung: mind. 300 dpi
- Stellen Sie ein konkretes Projekt, nicht das Produkt in den Vordergrund!

Und außerdem...

Wir behalten uns aus redaktionellen Gründen vor, Ihren Beitrag auch in einer späteren Ausgabe zu veröffentlichen.

Bitte haben Sie Verständnis dafür, dass sich die Redaktion aus Layout-/Umfangsgründen Kürzungen vorbehält.



Priyanga Jeyabala
Member Support & Project Controlling
priyanga.jeyabala@prostep.org
+49 6151 9287-336



Kirsten Cornet
Account Manager
kirsten.cornet@prostep.com



Rachel Bauer
Research & Innovation Manager
rachel.bauer@prostep.org
+49 151 14085968

Impressum

ProduktDaten Journal, ein Journal zu Anwendungen, Produkten, Standards in der Produktdaten-technologie

Herausgeber

prostep ivip e.V.

Redaktion

prostep ivip e.V.
Fabienne Kreusch (Redaktionsleitung)
Heinrich-Hertz-Straße 3-7
64295 Darmstadt
Telefon: +49 151 20528679
fabienne.kreusch@prostep.org

Layout und Produktion

prostep ivip e.V.
in Zusammenarbeit mit
Müller-Stoiber & Reuss
Poststraße 9
64293 Darmstadt

Erscheinungsweise

halbjährlich

Bezug

für Mitglieder des prostep ivip e.V.
kostenlos

Verfälschung und Schutzrechte

Nachdruck - auch auszugsweise -, Vervielfältigung oder sonstige Verwertung ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers unter ausführlicher Quellenangabe gestattet. Gekennzeichnete Artikel stellen die Meinung des Autors, nicht unbedingt die der Redaktion dar. Alle Unterlagen, insbesondere Bilder, Zeichnungen, Prospekte etc., müssen frei von Rechten Dritter sein. Mit der Einsendung erteilt der Verfasser / die Firma automatisch die Genehmigung zum kostenlosen weiteren Abdruck in allen Publikationen des Herausgebers, bei dem auch das Urheberrecht für veröffentlichte Manuskripte verbleibt.

Copyright by prostep ivip e.V.

ISSN 1436-0403