



REConf 2025

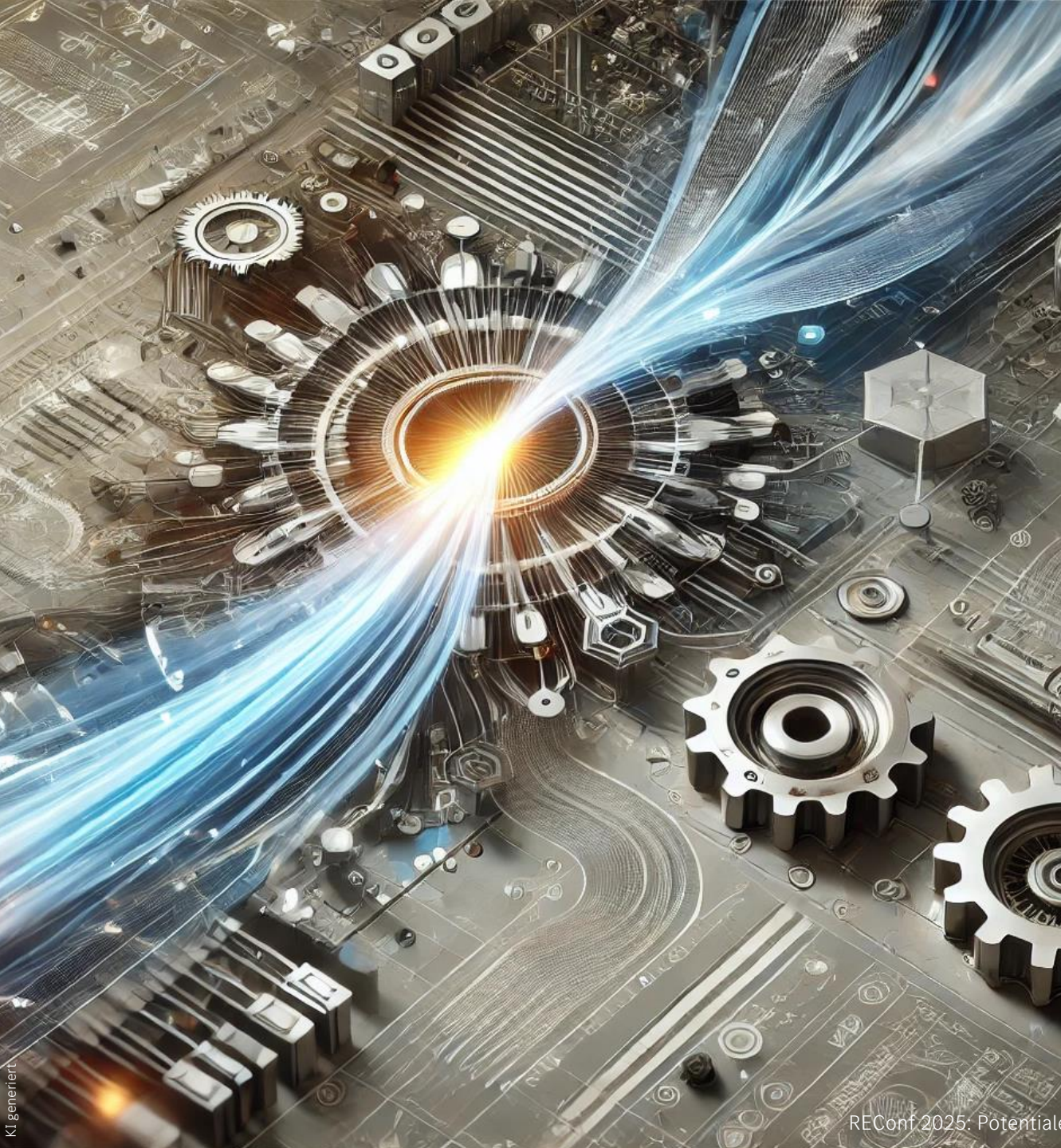
Potentiale für den Einsatz von KI
bei funktionsorientierter
Entwicklung mit Model Based
Systems Engineering (MBSE)

Referenten:

Jochen Eppe (Mercedes-Benz AG)
Anuschka Gummel (BHC GmbH)

 **BHC**
Mercedes-Benz





“At Mercedes-Benz, we believe that
#GenAI is a gamechanger.

It has the power to transform the overall
customer experience and deliver clear-cut
efficiencies across our business.”

Magnus Östberg, Okt. 2024

https://www.linkedin.com/posts/magnus-%C3%B6stberg_genai-mercedesbenz-innovation-activity-7252647984121704448-LuIM?utm_source=share&utm_medium=member_ios&rcm=ACoAAFHk9k8Bik84jLCorjCOxgziCaFarRMXuZU

Potentiale neuer Technologien nutzen

- Künstliche Intelligenz (KI) bereits in unterschiedlichsten Bereichen im Einsatz
- Beispiele für aktuelle Lösungen:



<https://group.mercedes-benz.com/karriere/ueber-uns/artificial-intelligence/fuer-nerds/ask-mercedes.html>



<https://group.mercedes-benz.com/innovation/digitalisierung/industrie-4-0/chatgpt-in-der-produktion.html>



<https://group.mercedes-benz.com/innovation/digitalisierung/konnektivitaet/sprachsteuerung-mit-chatgpt.html>



<https://group.mercedes-benz.com/innovationen/produktinnovation/technologie/ki-gestuetzte-konversationssuche.html>

→ **Unser Fokus:** Unterstützung der Produktentwicklung durch KI



KI ist nur so gut, wie die Datenbasis, die zur Verfügung steht

Um KI nutzen zu können, brauchen wir

- Hohe Datenqualität: Exaktere Ergebnisse
- Hochwertige Daten: Präzisere Analysen und Vorhersagen möglich

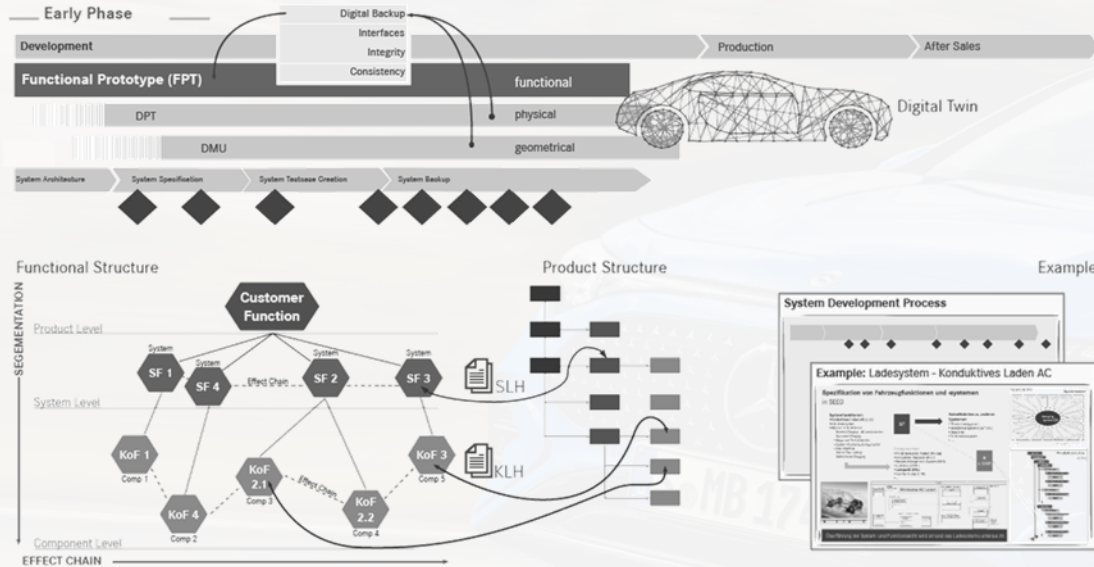
Diese Methoden setzen wir dafür ein

- Funktionsorientierte Entwicklung: Fokus Kunde
- MBSE: Für die Komplexitätsbeherrschung bewährt
- “Beziehungstypisierte” Artefakt-Verbindungen:
Interpretation der Verbindungen (Traceability)

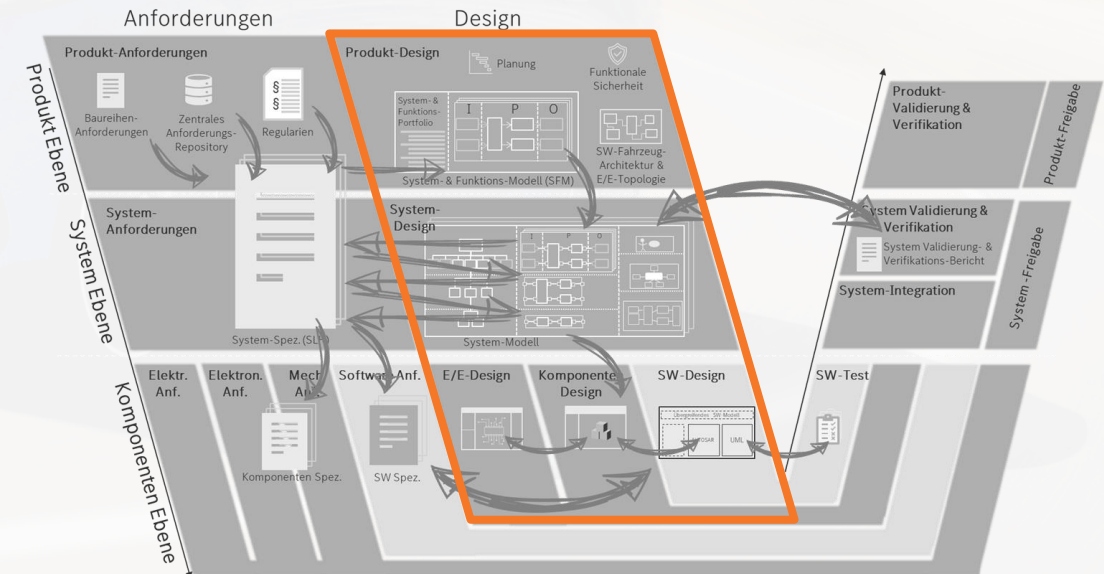
Was bedeutet das im Detail?

Eine qualitativ hochwertige Datenbasis ist zwingend notwendig

Konsequente Funktionsorientierung von der Kundenanforderung...



... bis zur Software, auch modellbasiert



Eine gute Datenbasis erfüllt folgende Kriterien:

- Die funktionale Architektur von Produkt- bis zur SW-Ebene
- Beziehungstypisierte Verbindungen zwischen den Objekten (Links)
- Datenintegrität und -Konsistenz

MBSE mit seinem Ansatz der funktionalen Architektur ist ein entscheidendes Werkzeug, um die Komplexität zu beherrschen

- **Komplexitätsmanagement:** Mercedes-Benz-Fahrzeuge sind hochkomplexe Systeme mit Tausenden von Komponenten und Subsystemen. MBSE hilft dabei, diese Komplexität zu beherrschen, indem es ein klares Verständnis der Systemarchitektur und der Wechselwirkungen zwischen den Komponenten ermöglicht.
- **Effizienzsteigerung:** Durch die Verwendung von Modellen können verschiedene Aspekte eines Systems simuliert und getestet werden, bevor physische Prototypen erstellt werden. Dies spart Zeit und Ressourcen in der Entwicklungsphase.
- **Qualitätsverbesserung:** MBSE ermöglicht eine kontinuierliche Validierung und Verifizierung des Systems während des gesamten Entwicklungsprozesses. Dies trägt dazu bei, Fehler frühzeitig zu erkennen und zu beheben, was die Qualität des Endprodukts verbessert.
- **Interdisziplinäre Zusammenarbeit:** Die Automobilindustrie ist interdisziplinär; MBSE erleichtert die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Engineering-Disziplinen wie Mechanik, Elektronik, Softwareentwicklung und anderen.
- **Standardisierung und Wiederverwendbarkeit:** Modelle können als Standard für die Kommunikation und Dokumentation innerhalb des Unternehmens und mit externen Partnern dienen. Außerdem können einmal erstellte Modelle für ähnliche Projekte wiederverwendet werden.
- **Innovation:** MBSE unterstützt die Entwicklung neuer Technologien und Produkte, indem es ein Framework bietet, das Innovationen durch systematische Analyse und Design ermöglicht.
- **Anpassungsfähigkeit:** In einer sich schnell verändernden Branche ermöglicht MBSE eine schnellere Anpassung an neue Technologien und Marktanforderungen, da Änderungen im Modell leichter zu implementieren und zu bewerten sind.

Flächendeckende Einführung von MBSE ist essenziell für eine hohe Datenqualität

Eine optimale SE-Datenbasis ermöglicht weitreichende Potentiale der KI in der Praxis zu nutzen

Die Potentiale haben wir an einem praxisnahen Beispiel
verprobt



Das praxisnahe Beispiel

Beduftung 2.0 Dog Edition*...

...und der nasse Hund wird plötzlich Ihr liebster Freund

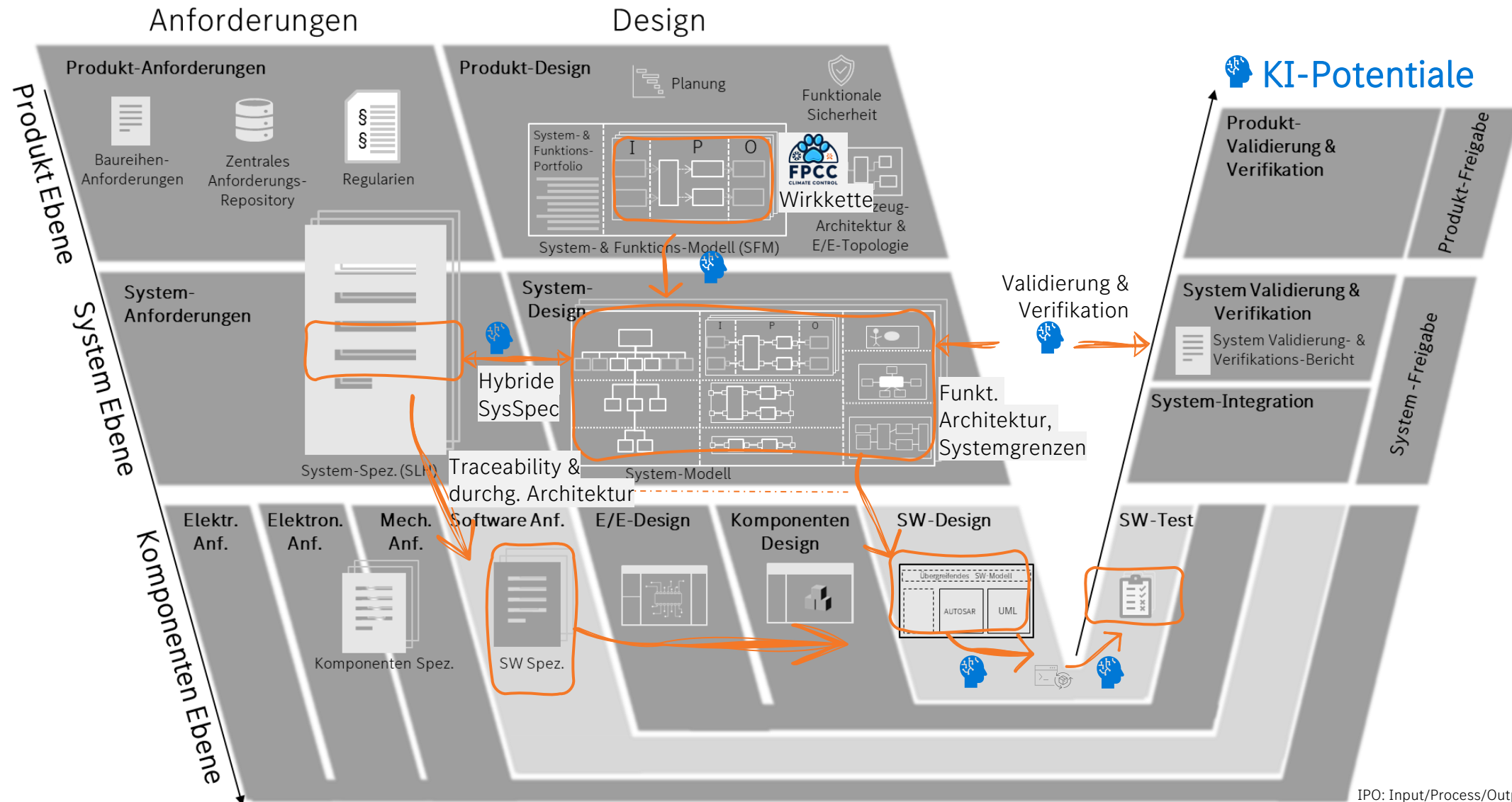


* von uns erfundenes Beispiel, keine reale Funktion

Mercedes-Benz  BHC



Von der Idee zur fertigen Funktionalität - unsere KI-Potentiale



Funktionale Architektur aufbauen



System- und Funktionsmodell (SuF-M)

- Startpunkt für Fahrzeugsysteme
- Platz für Ideen und Entscheidungen
- Variantenmanagement auf Fahrzeugebene



Kundenfunktions-Zerlegung durch Wirkketten

- Erstellung neuer Systemfunktionen
- Variantenmanagement auf Systemebene



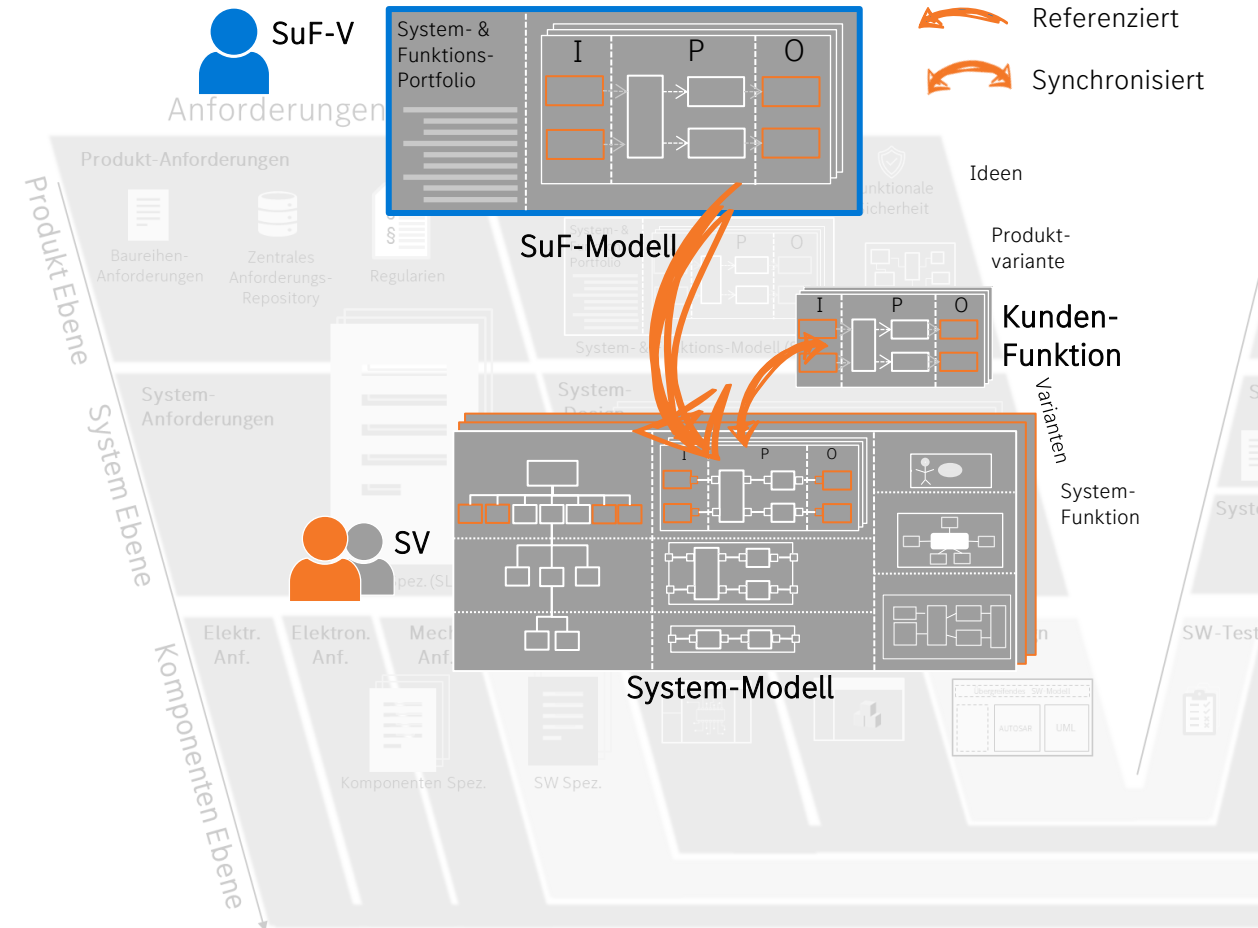
Wiederverwendung durch Referenzieren des Systemmodells

- Überblick über alle Systemfunktionen
- Single Source of Truth
- Baureihen- und variantengesteuert



KI-Potentiale

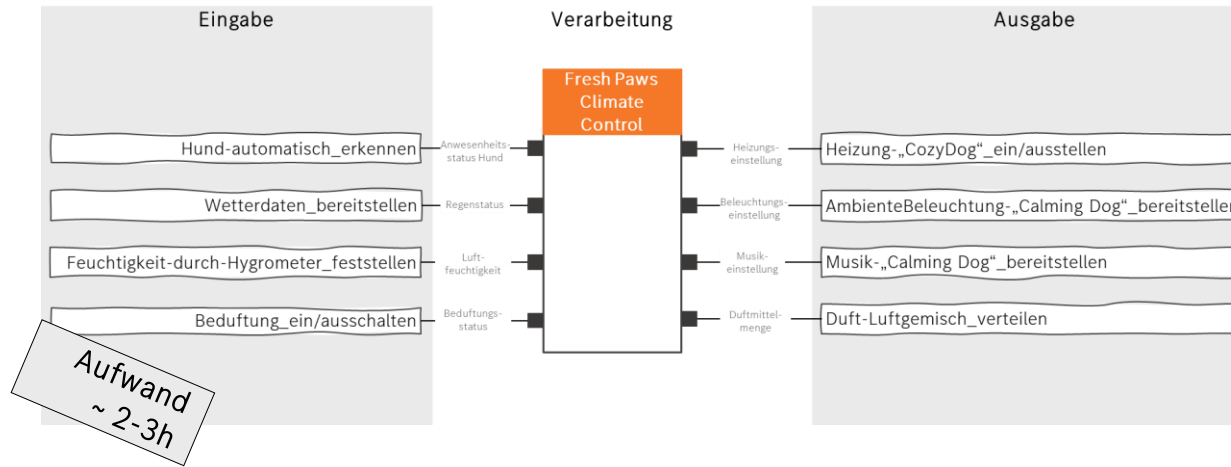
- Generierung von funktionalen Wirkketten aus Specs
- KI-unterstützte Modellierung von komplexen Systemen



SuF-V: System - & Funktionsverantwortlicher
SV: Systemverantwortlicher

Beduftung 2.0 Dog Edition anhand des EVA-Prinzips...

... selbst erstellt



... mit GPT/Claude erstellt (inkl. funktionaler Anforderungen mit CustomGPT)

Claude

- KI-Sprachmodell von Anthropic.
- Erstellt im Vergleich zu ChatGPT keine Bilder, sondern SVG-Code, der visuell dargestellt wird
- Das aktuellste Modell ist 3.7 (Release Feb. 2025)

CustomGPT

- Eigene Versionen von ChatGPT auf Basis der aktuellen Version (hier: 4o), die für spezifische Anwendungsfälle trainiert sind

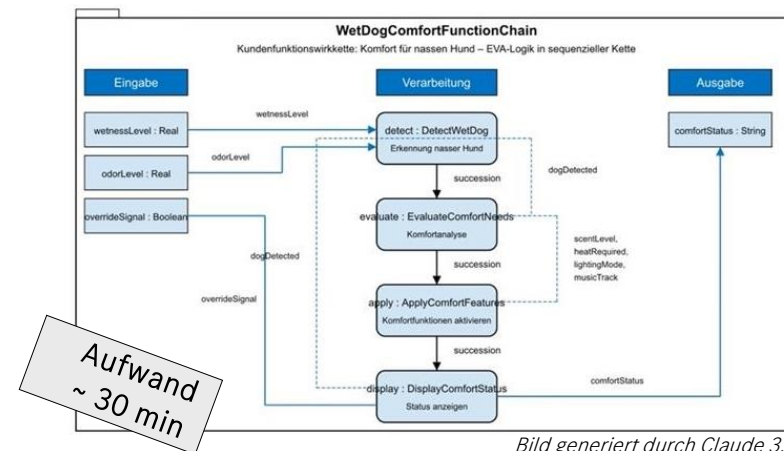


Bild generiert durch Claude 3.7

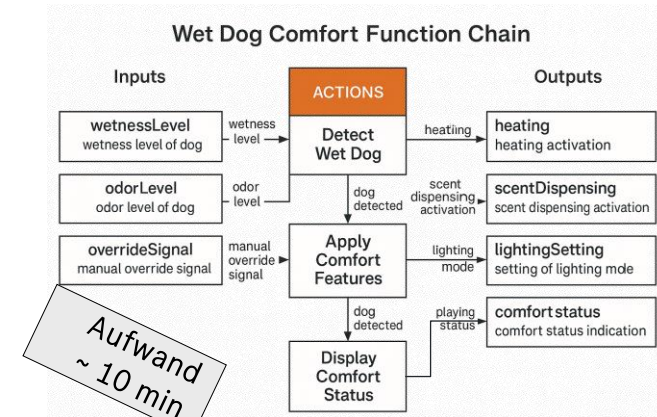


Bild generiert durch GPT-4o *neue Bildverarbeitung*

"Hybride-SysSpec" - modellbasierte & textuelle Anforderungen



Modellbasierte Spezifikation

- Kontext zur Transparenz der komplexen Zusammenhänge
- Zeitersparnis, Aufwandsreduktion, Kostentransparenz
- Basis für eine erhöhte Änderungsgeschwindigkeit



Hybride SysSpec

- E2E Methode zur Analyse und Spezifikation von Systemen
- Sicherstellung der Konsistenz zw. modellbasierter und textueller Spezifikation
- Synergien nutzen

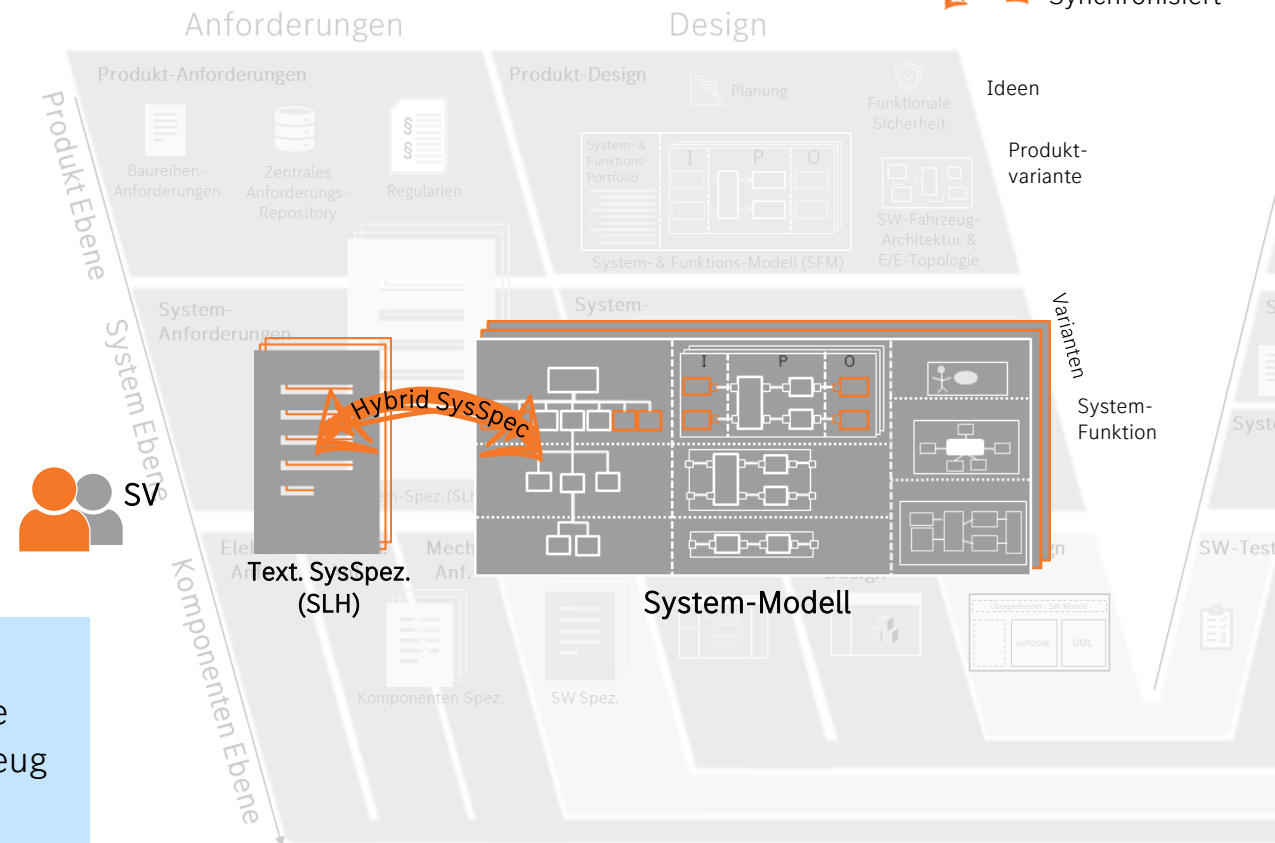


KI-Potentiale

- Textuelle Spezifikation anhand vom SV erstellter Systemmodelle
- Konsistenz-Checks der Systemmodelle über das gesamte Fahrzeug
- oder umgekehrt -
- Generierung von SysML v2-Modellen aus textuellen Anforderungen
- KI-Lastenhefterstellung anhand gegebener Anforderungen

 Referenziert

 Synchronisiert



Generierung von SysML v2-Modellen aus textuellen Anforderungen

Anforderungen aus Spezifikation (Spez.)

- Textuelle Spez. in GPT laden
- GPT extrahiert die Anforderungen aus der Spez.

Von der Anforderung zum Code

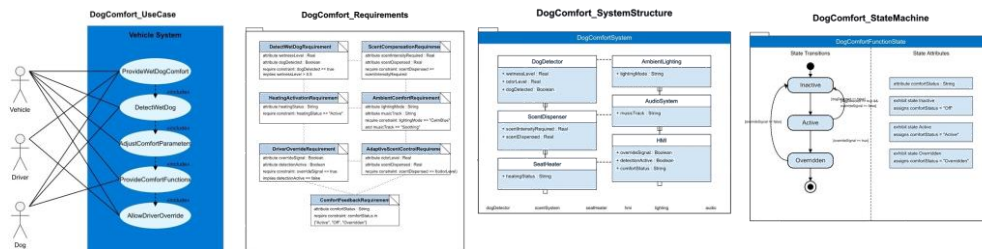
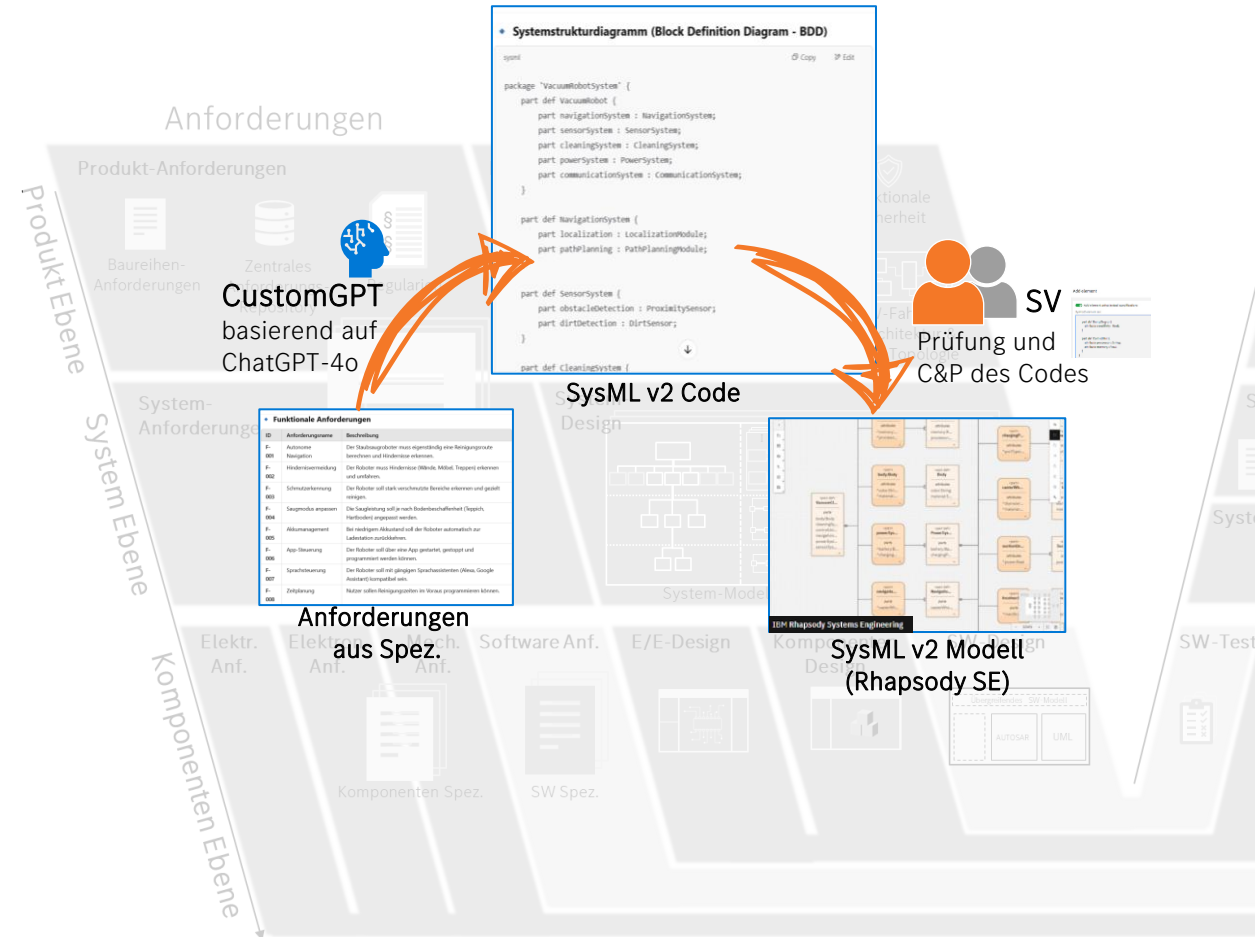
- GPT erzeugt die zu den Anforderungen gehörigen SysML v2 Code
- CustomGPT konnte hier deutlich bessere Ergebnisse liefern

Vom Code zum Modell

- Erst durch SysML v2 möglich!
- Transformation des SysML v2 Codes ein Modell

ODER für reine Bilder

- Generierung der Diagramme in Claude 3.7



Lastenheft (LH) - CoPilot



LH-CoPilot: der neue Assistent für Spezifikationen

- AgenticAI Ansatz in der Praxis
- Leistungsstarkes LLM auf Basis GPT
- Anbindung an Spezifikationstool
- Exklusiv bei Mercedes-Benz



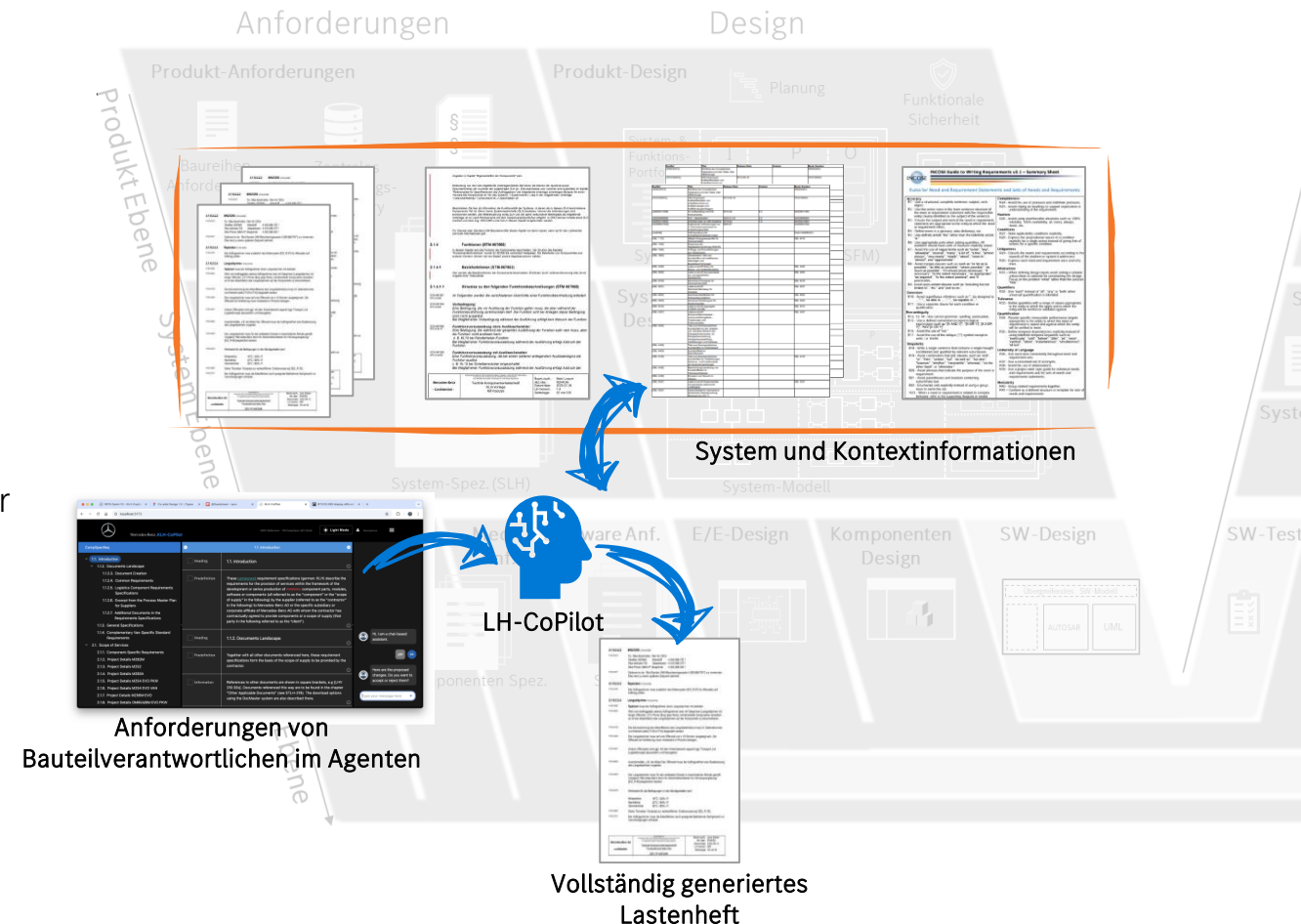
Ziel des LH-CoPilots

- Erstellung von Spezifikationen effizienter, präziser und benutzerfreundlicher zu gestalten
- Durch Automatisierung und KI-Integration werden Dev.-Eng. unterstützt, ihre Arbeitsabläufe zu optimieren und Qualität der Spezifikationen zu verbessern



Nächste Schritte

- Endnutzer-Verprobung & Performance-Optimierung
- Weiterentwicklung der Funktionalitäten



Funkt. Anforderungen auf allen Ebenen mit Testfällen verknüpfen



Traceability von Anforderungen bis Testing

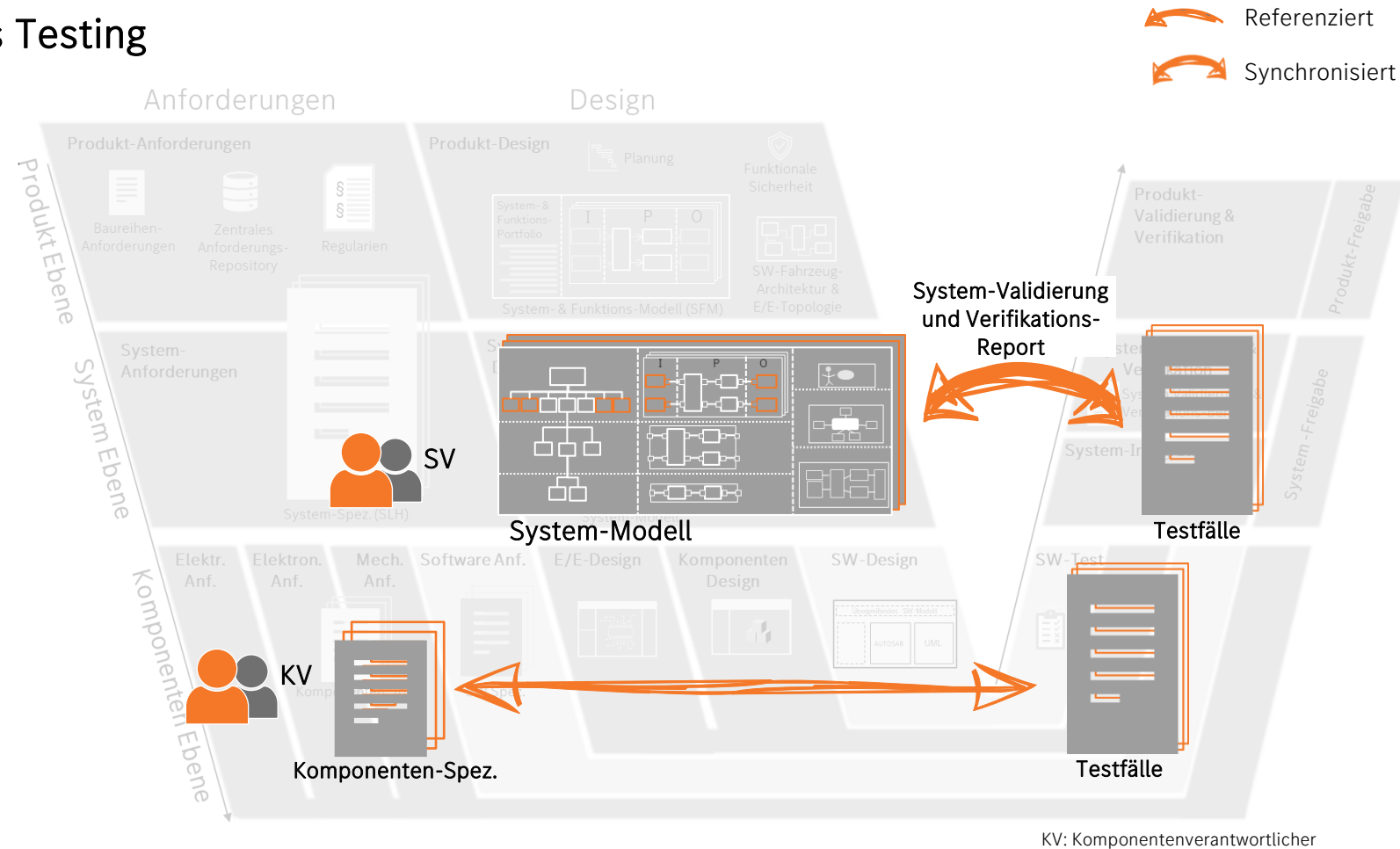
- Wichtiger Grundstein für Fahrzeugentwicklung und gesetzl. Nachweisführung
- Grundlage für RVTM
- Basis für System-Validierung und Verifikations- Report
- Test-Automatisierung

RVTM = Requirement Verification Traceability Matrix



KI-Potentiale

- Testfälle anhand definierter Anforderungen erstellen
- Testschritt-Duplikate auffinden und zusammenfügen (Datenkonsistenz)



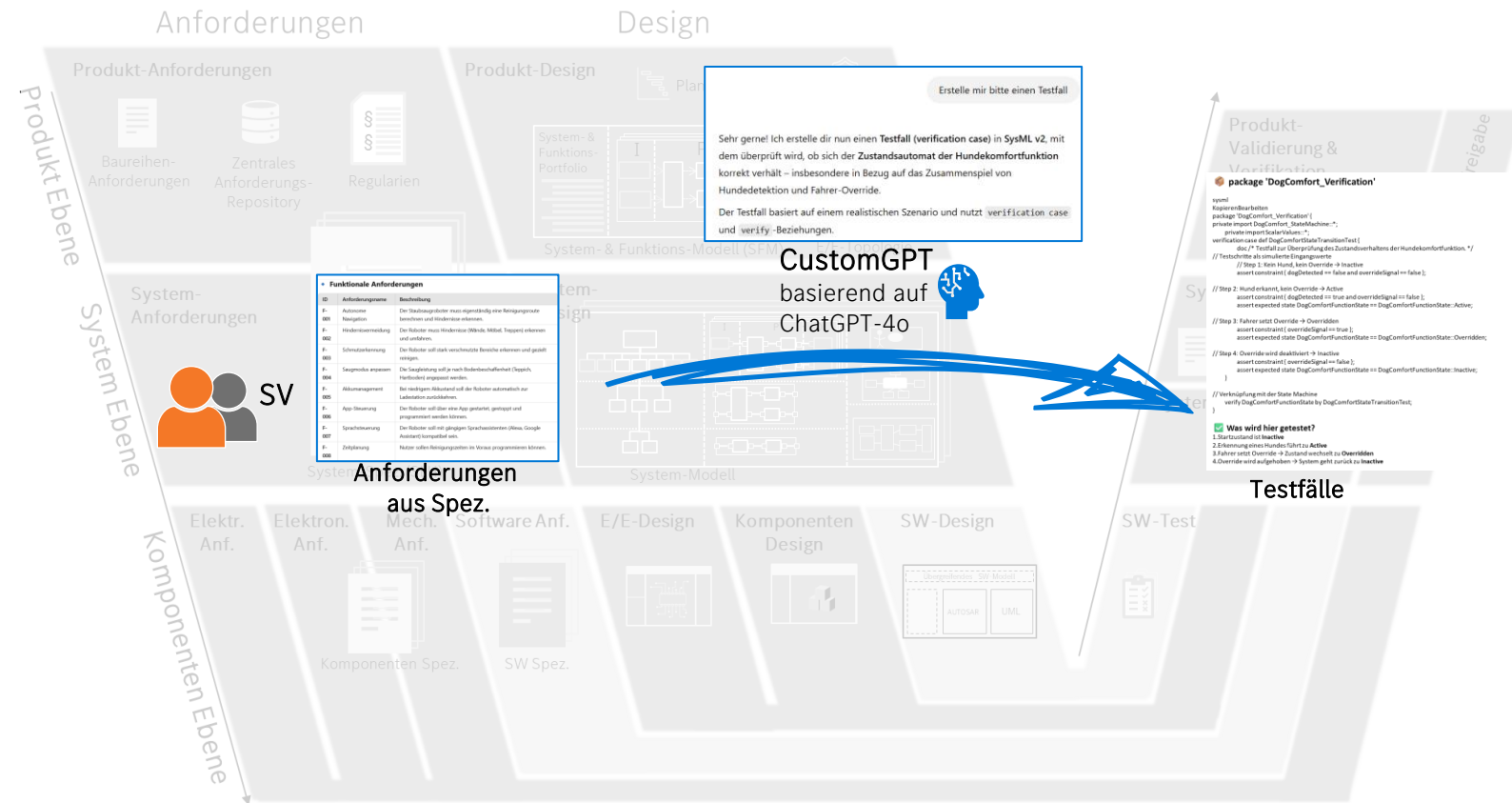
Generierung von Testfällen aus funktionalen Anforderungen

Funktionale Anforderungen aus Spezifikation

- Textuelle Spez. in GPT laden
- GPT extrahiert funktionale Anforderungen aus Spez.

Von der Anforderung zum Testfall

- GPT erzeugt dazugehörige Testfälle
- CustomGPT konnte hier deutlich bessere Ergebnisse liefern



Durchgängige Architektur & Traceability bis zur SW-Funktion aufbauen



Traceability als Grundstein für Komplexitätsbeherrschung

- Horizontale + vertikale Traceability in Releases/Versionen
- Integrierte Plattform auf Basis transparenter Prozesse, Rollen und Methoden notwendig
- Jedes für die Traceability relevante Datenobjekt muss klare Vorgaben erfüllen



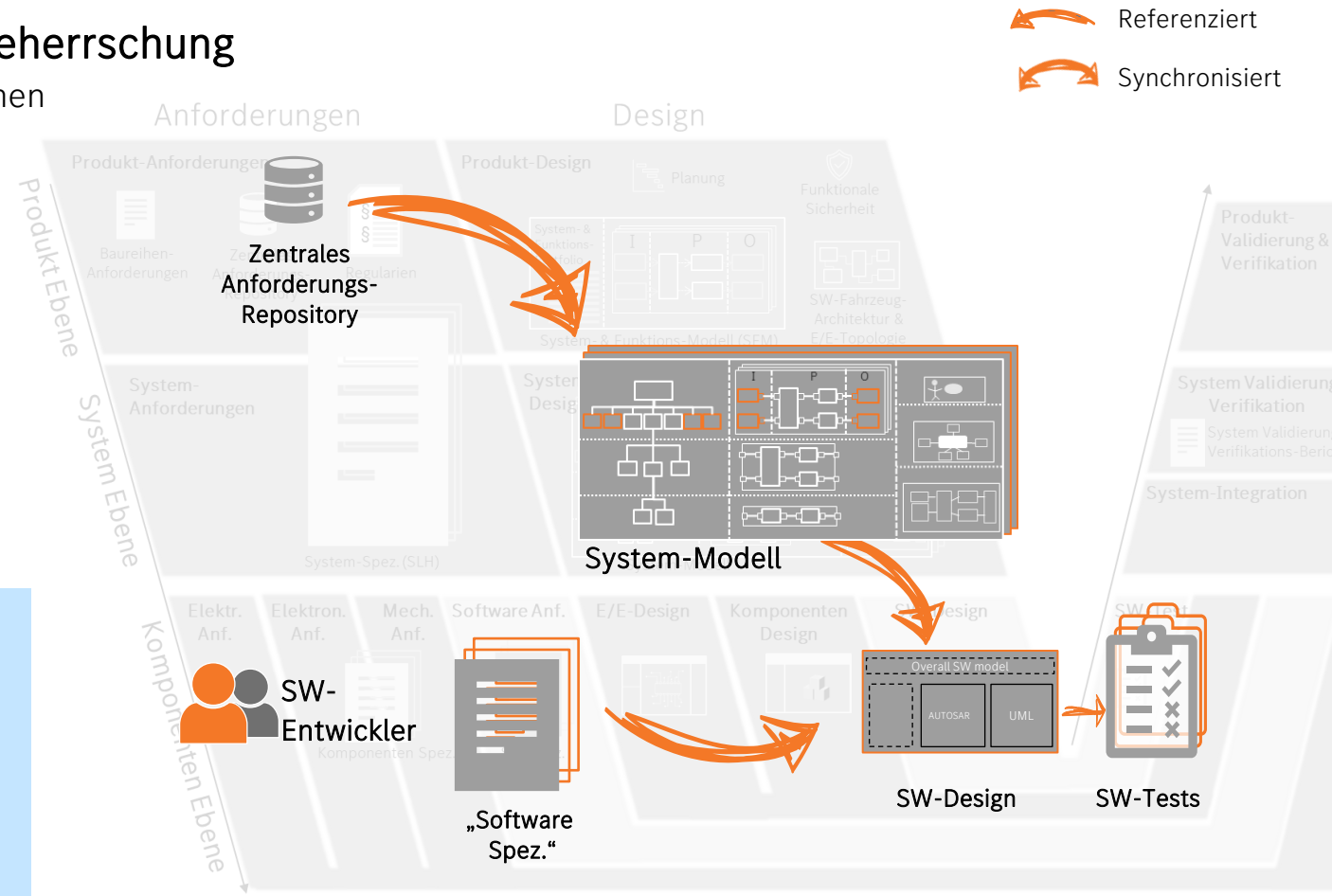
Beschleunigung des Time-to Market durch

- Requirements-as-Code
- Nightly Build



KI-Potentiale

- Bestehenden SW-Architekturen anhand der Änderungen in der System-architektur anpassen
- Konsistenz-Checks / Optimierungen der SW-Modelle über das gesamte Fahrzeug
- Code-Generierung anhand der Modelle
- Vision „Automatisierung“: vom Modell (direkt) zum Testergebnis



Unterstützung unserer Entwicklungsteams

unsere KI-Potentiale zusammengefasst

- Textuelle Spezifikation anhand von Modellen ODER
- SysML-Modelle aus textuellen Anforderungen
- Konsistenz-Checks der Modelle über das gesamte Fahrzeug
- KI-Lastenhefterstellung anhand gegebener Anforderungen
- Testfälle anhand der Anforderungen & Datenkonsistenz
- „Automatisierung SW“: Vom Modell bis zur verifizierten SW, inkl. Optimierungen





Vielen Dank für's Zuhören!

Noch Fragen?

Über Uns



Mercedes-Benz

Jochen Epple

MBSE Platform and Solutions
jochen.epple@mercedes-benz.com



Anuschka Gummel

Senior Consultant
anuschka.gummel@b-h-c.de

