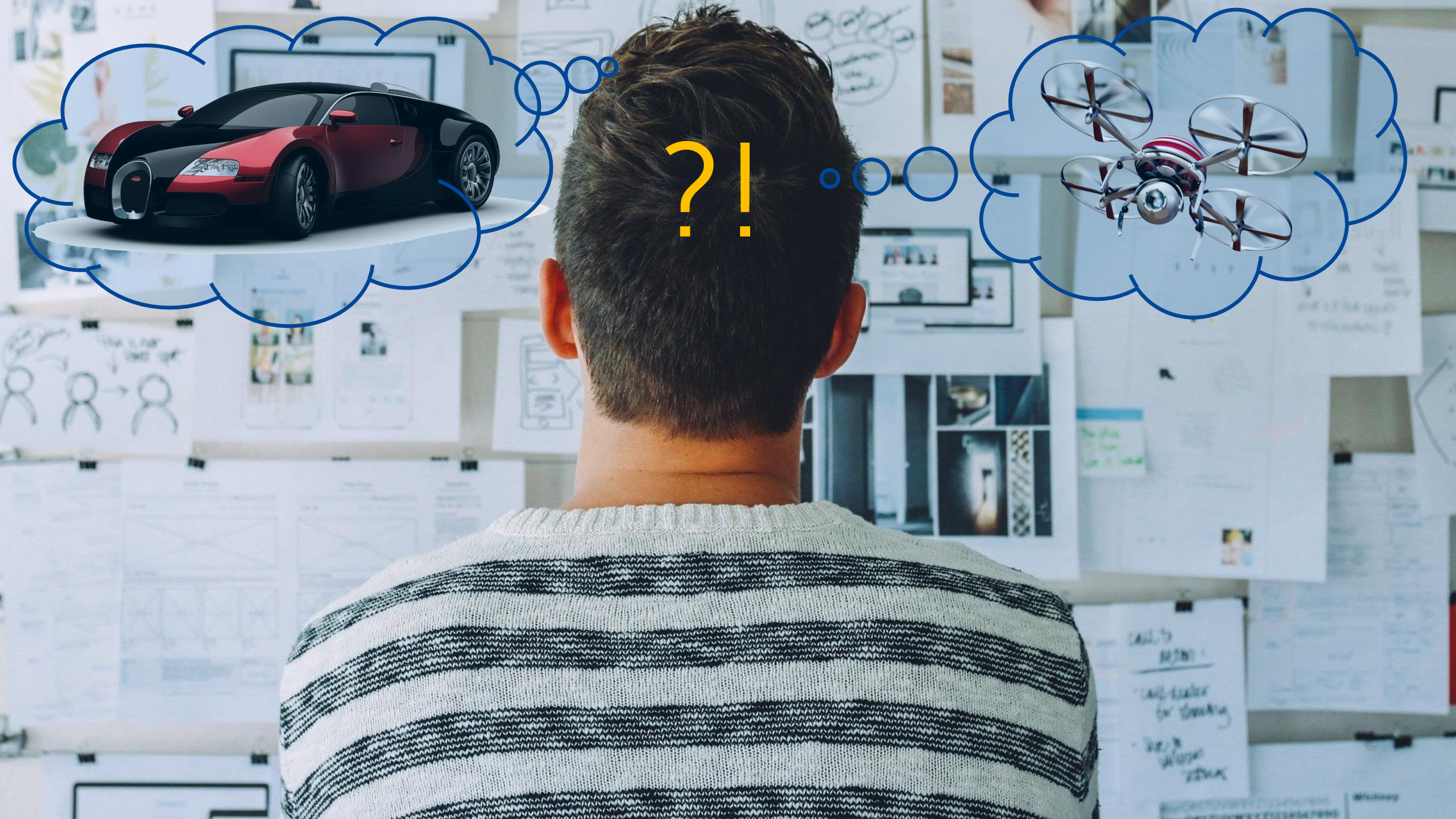
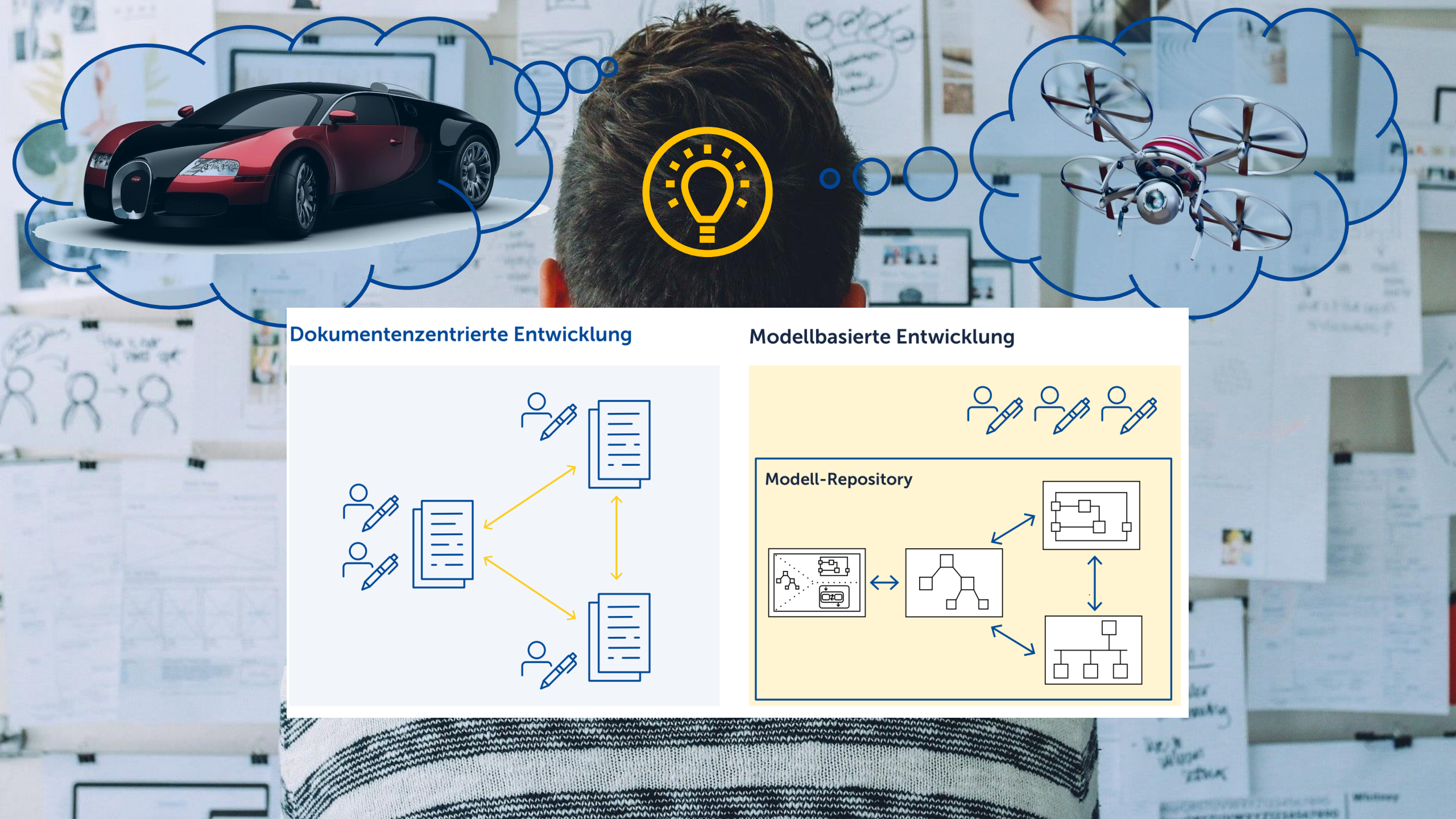
Mit modellbasiertem Engineering die Systeme der Zukunft entwickeln

Simon Barner

Kompetenzfeldleiter
Modellbasiertes Systems-Engineering

fortiss GmbH
Landesforschungsinstitut des Freistaats Bayern
für softwareintensive Systeme




Dokumentenzentrierte Entwicklung
Modellbasierte Entwicklung
Modell-Repository

Systems-Engineering

Komplexitäts- und Kostentreiber in heutigen Produkten

- Viele teils widersprüchliche Anforderungen
- Immer mehr softwaredefinierte Funktionen mit riesigen Code-Basen (> 100 MLOC)
- Komplexe Hardware/Software-Plattformen
- Hohe Anforderungen an Sicherheit & Leistung
- Steigende Systemvariabilität

Source: https://www.visualcapitalist.com/millions-lines-of-code/

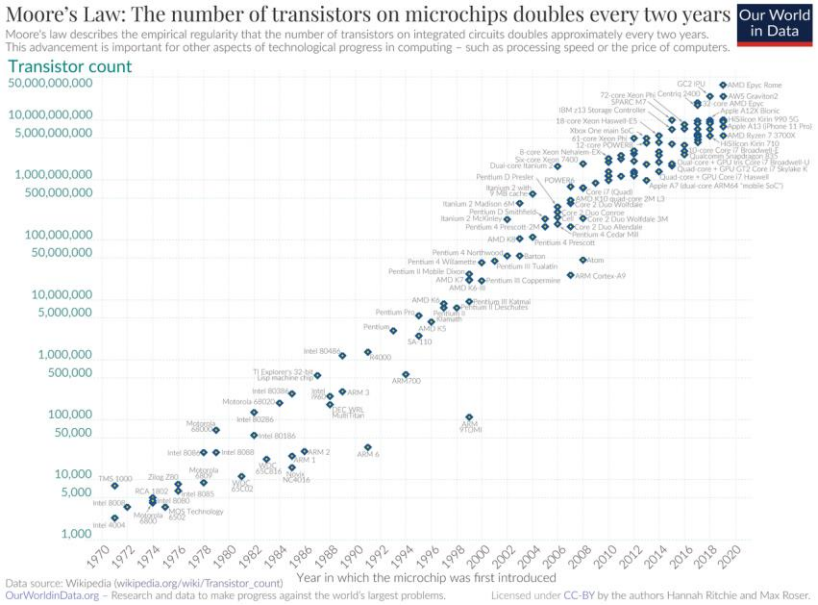
Ungenutzte Potentiale

- Systematische Wiederverwendung
- Vorverlagerung von
  - Analysen
  - Abwägen von Design-Entscheidungen
  - Validierung

Gegenmaßnahmen

- Abstraktion
- Automatisierung

} **<u>Modellbasiertes</u> Systems Engineering (MbSE)**



Source: Max Roser, Hannah Ritchie - https://ourworldindata.org/uploads/2020/11/Transistor-Count-over-time.png, CC BY 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=98219918

Modell-basiertes Systems-Engineering

Was ist ein Modell?

*Ein Modell ist eine **geeignete Abstraktion** für einen **bestimmten Zweck**.*

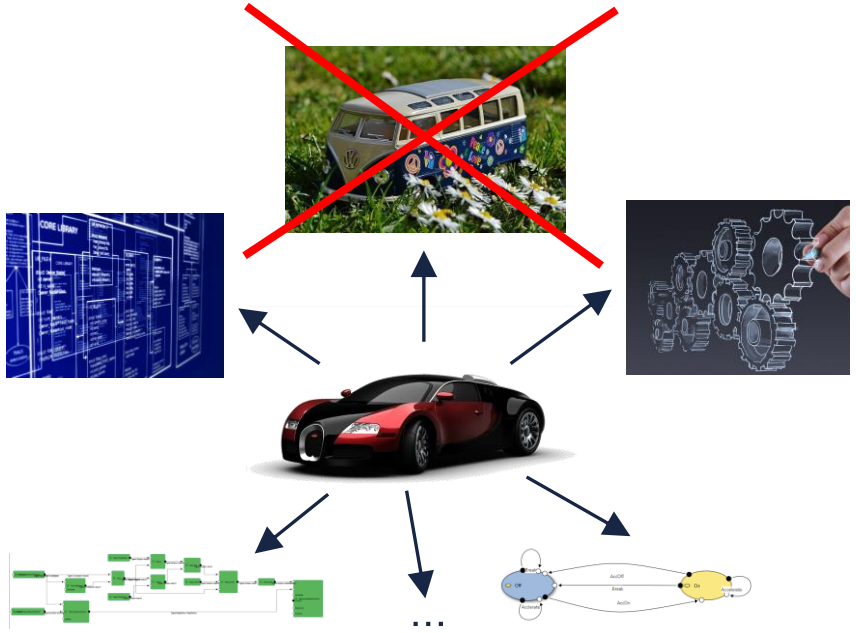
[Übersetzt aus [Broy 2011]]

*Ein Modell ist ein **Abbild**, das das **Original** darstellt.*
*Ein Modell ist eine **Reduktion**, die die **relevanten Aspekte** erfasst.*
*Ein Modell hat einen **Zweck**, der seine **Verwendung** definiert.*

[Übersetzt aus [H. Stachowiak 1973]]

*Ein Modell ist eine **vereinfachte**, auf ein **bestimmtes Ziel** hin ausgerichtete **Darstellung der Funktion eines Gegenstands** oder des **Ablaufs eines Sachverhalts**, die eine **Untersuchung** oder eine **Erforschung erleichtert** oder erst **möglich macht**.*

[Balzert 2000]

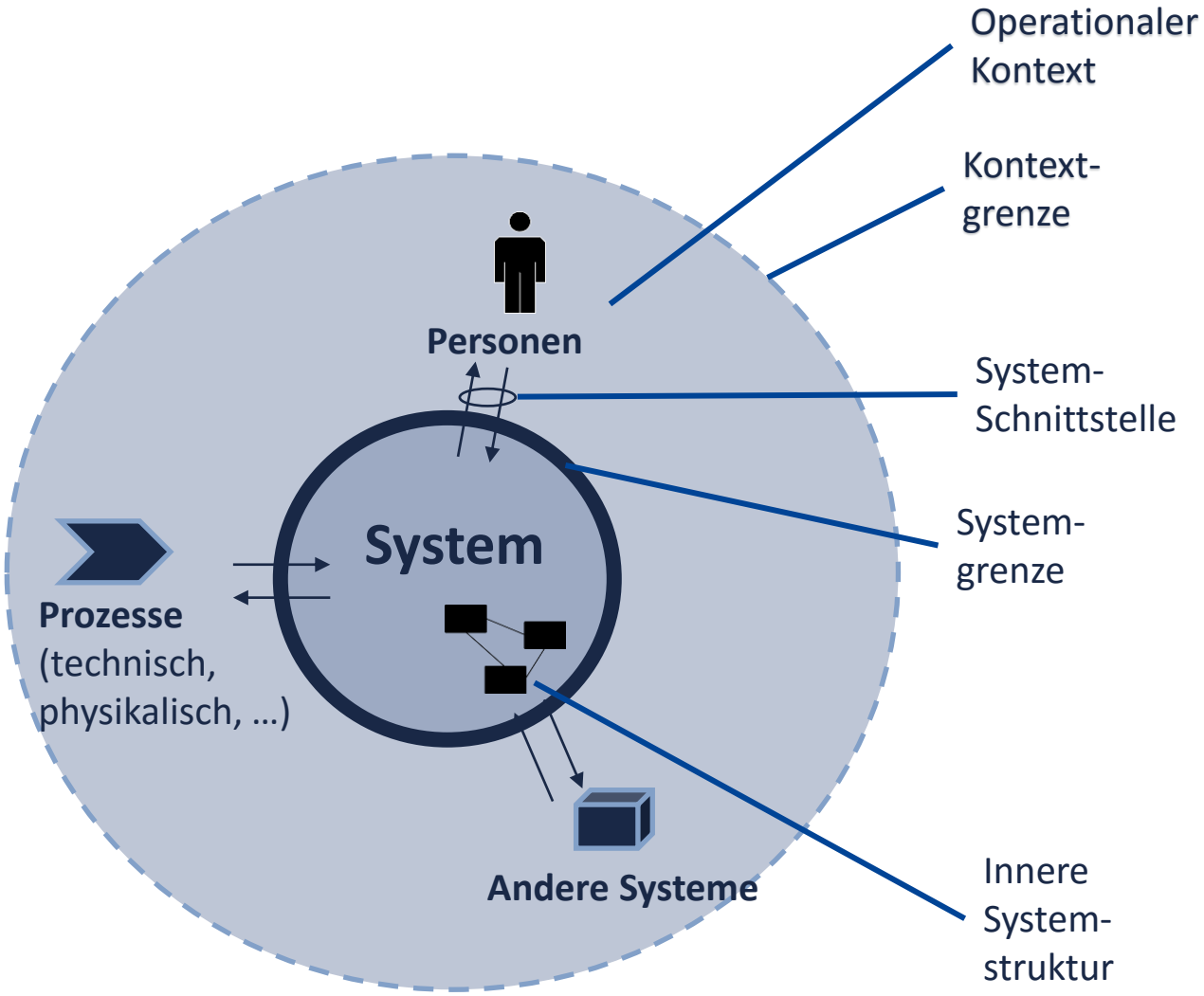


Modell-basiertes Systems-Engineering

Was ist ein System?

Ein **System** hat

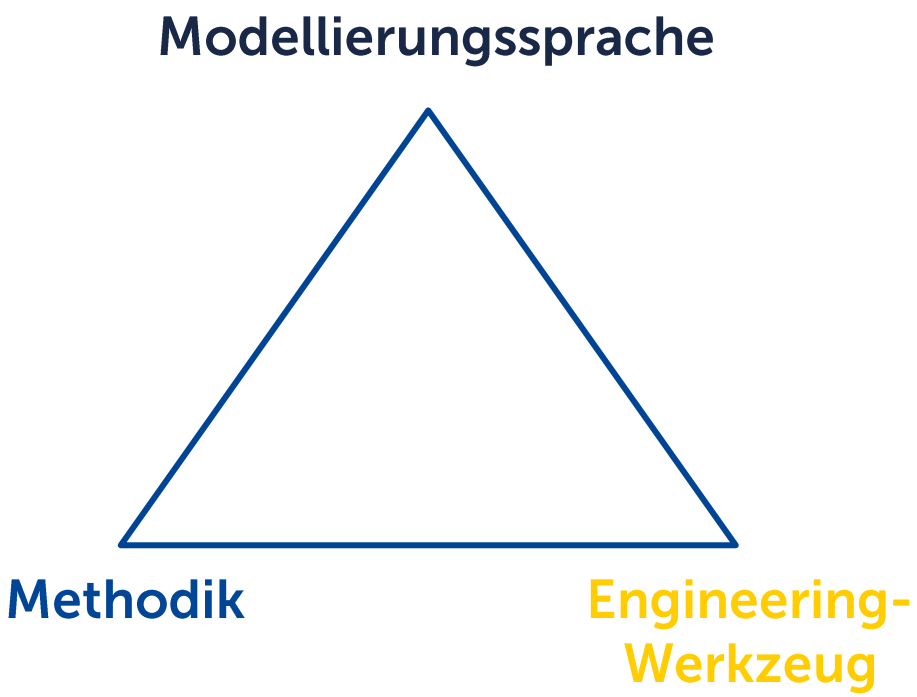
- eine **Systemgrenze**, die das System und die Umgebung trennt
- eine **Schnittstelle** - definiert durch die Systemgrenze - die festlegt
  - welche Formen der **Interaktion** zwischen System und Umwelt möglich sind (**statische / syntaktische Schnittstelle**)
  - welches **Verhalten** das System aus Sicht des Kontextes zeigt (**Schnittstellenverhalten**, **Interaktionssicht**)
- Eine **interne Struktur**
  - durch seine Unterteilung in **Teilsysteme** (**Struktursicht**)
  - durch seine **Zustände** und **Zustandsübergänge** (**Zustandssicht**)



Modell-basiertes Systems-Engineering

Was ist MbSE?

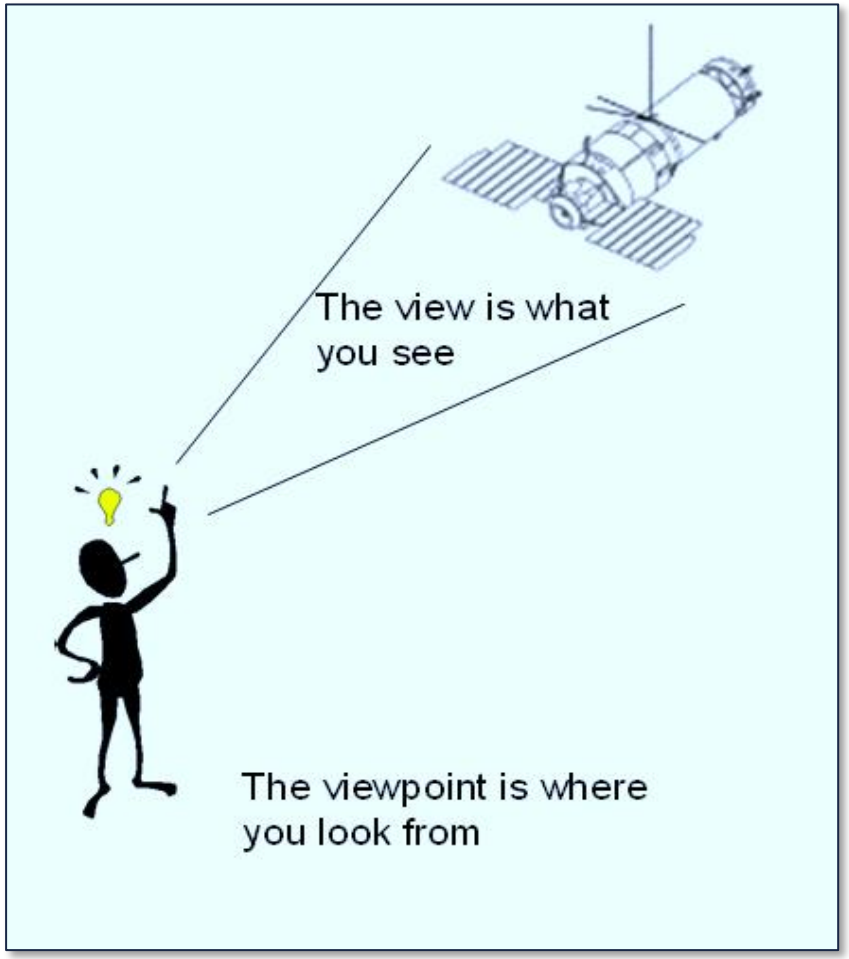
*MbSE ist die **formalisierte Anwendung der Modellierung** zur **Unterstützung** der Systemanforderungen, des **Entwurfs**, der **Analyse**, der **Verifizierung** und der **Validierung** von Aktivitäten, die in der konzeptionellen **Entwurfsphase** beginnen und sich über die **gesamte Entwicklung** und **spätere Lebenszyklusphasen** erstrecken.*



Übersetzt von [International Council on System Engineering (INCOSE), System Engineering Vision 2020]

Modellierung: Viewpoints, Views, Sprachen

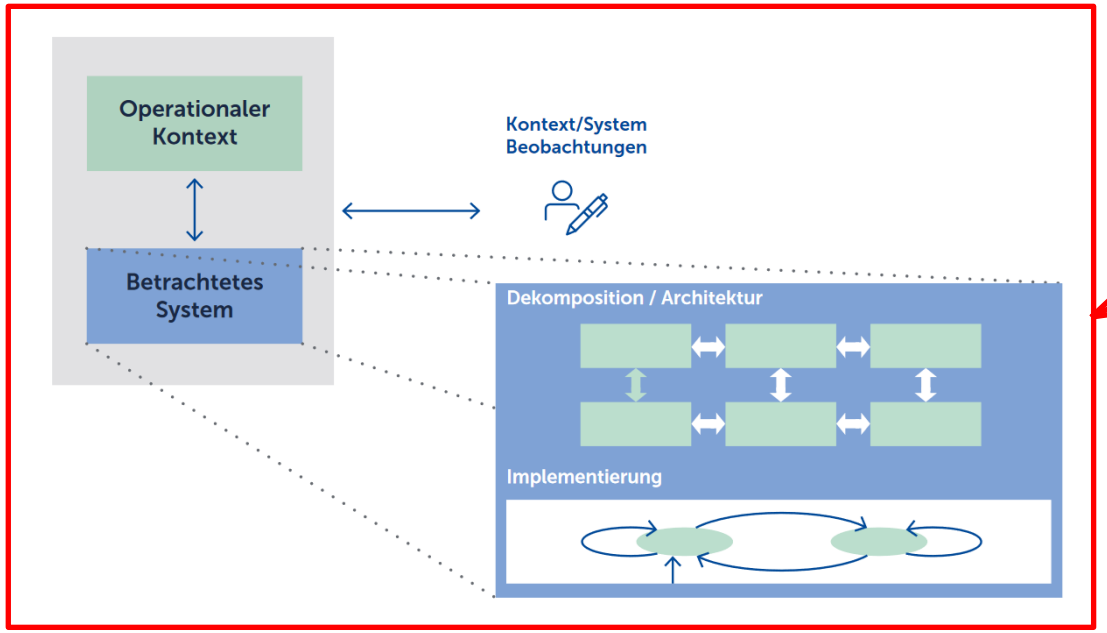
- Ein **Viewpoint** spiegelt die spezifischen Interessen bestimmter Akteure und Konventionen wider, die die Erstellung und Analyse einer Sichtweise ermöglichen
  - Sprachen, Metamodelle, Notationen
  - Entwurfseinschränkungen
  - Modellierungsmethoden
  - Analysetechniken
  - Weitere Operationen, die auf diese Sicht angewendet werden können
- Ein **View** ist eine Instanz eines bestimmten Viewpoints im Kontext eines bestimmten Systems. Eine Sicht wird durch eine Menge von Modellen erzeugt, die die relevanten Merkmale repräsentieren.
- Gängige **Modellierungssprachen**
  - Standardisiert / offen: UML, SysML, Modelica, AADL, EAST-ADL, ...
  - Proprietär: Matlab/Simulink, LabView, ...
  - Spezialisiert: Domänenspezifische Modellierungssprachen (DSMLs)

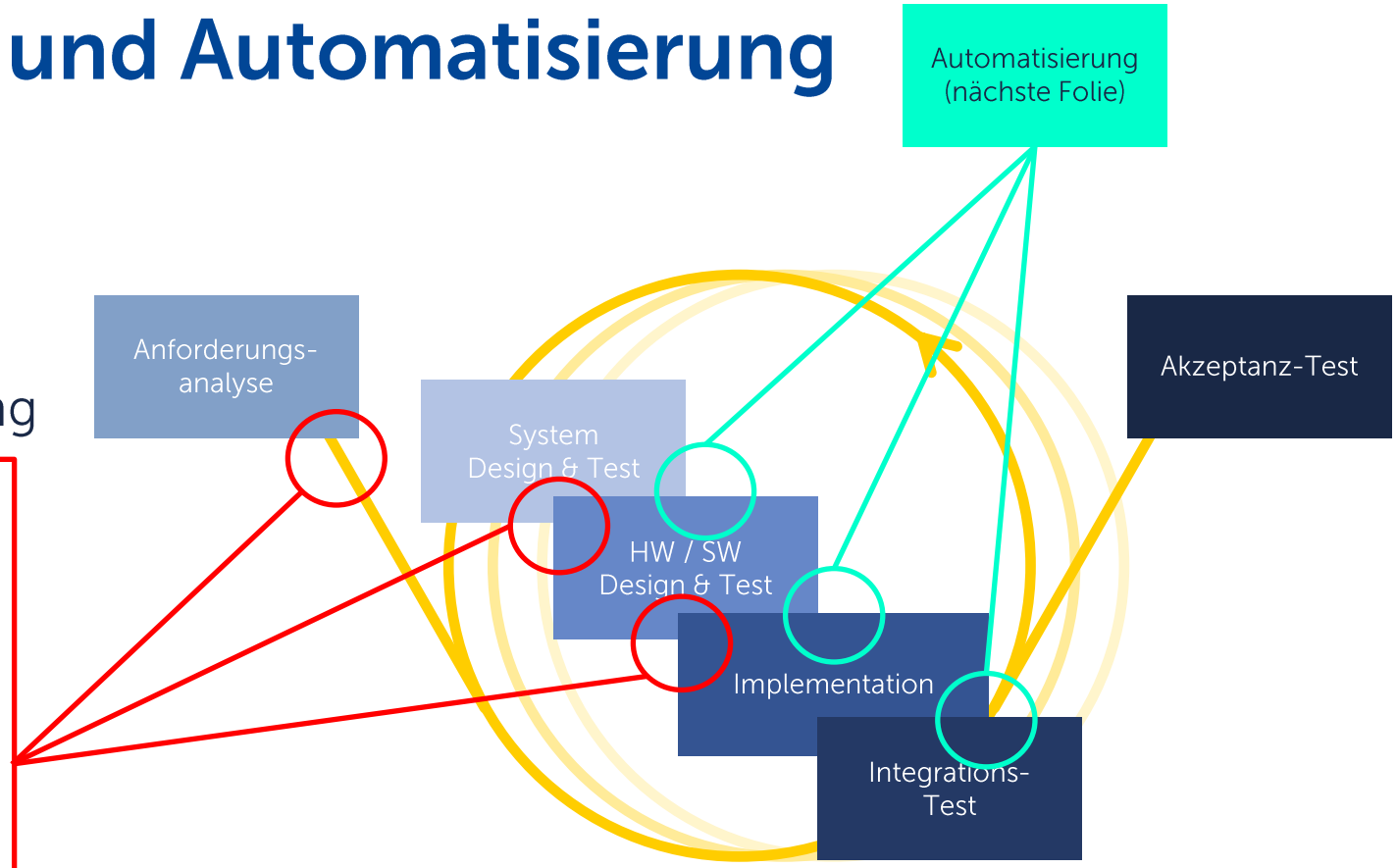


Nach IEEE 42010

Methodik: Modellierung und Automatisierung

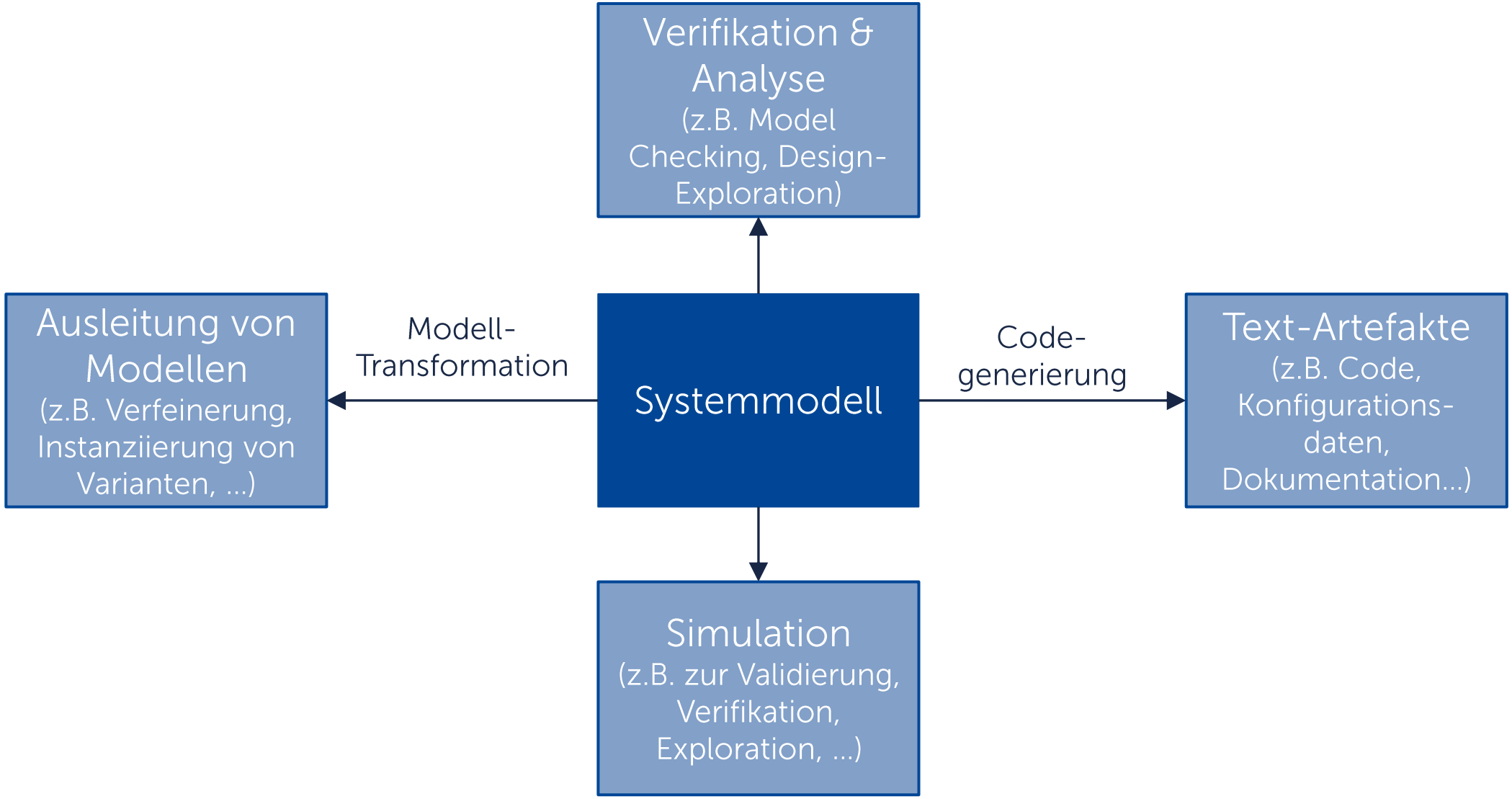
Modellierung: Dekomposition & Verfeinerung





(Kontinuierlicher) Entwicklungsprozess

Automatisierung von Engineering-Aufgaben mit Modellen



Beispiel: SPES Entwicklungsmethodik

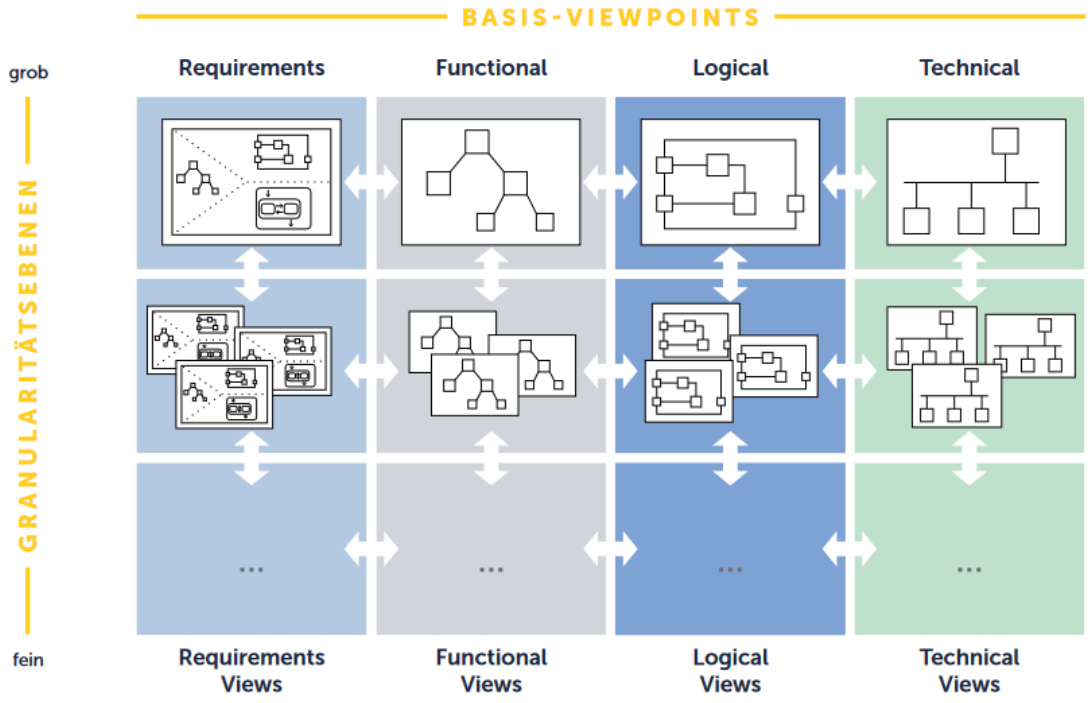
Software Platform for Embedded Systems

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Die SPES Projekte

- SPES2020 - Schaffung der Grundlagen
- SPES_XT - Erweiterungen des SPES-Rahmens
- CrESt - Modellierung von kollaborativen eingebetteten Systemen
- SPEDiT - Tutorials zur Unterstützung des Transfers in die praktische Anwendung
- SpesML
  - Implementierung der SPES-Methodik mit SysML-Sprachelementen
  - Tooling mit CATIA Magic Draw
  - Laufendes Projekt: 1.1.2021 – 31.12.2022

SPES ML



Mehr als 45 Partner aus Industrie und Wissenschaft haben an der Forschung mitgewirkt (hier nur ein Auszug)

EADS, AIRBUS, SIEMENS, DAIMLER, SIEMENS Healthineers, RWE, LIEBHERR, Fraunhofer, TUM, BOSCH, SCHAEFFLER, Berlin Heart, Audi, PALUNO, RWTH AACHEN UNIVERSITY

Download der Trainingsmaterialien:

https://cce.fortiss.org/spedit/

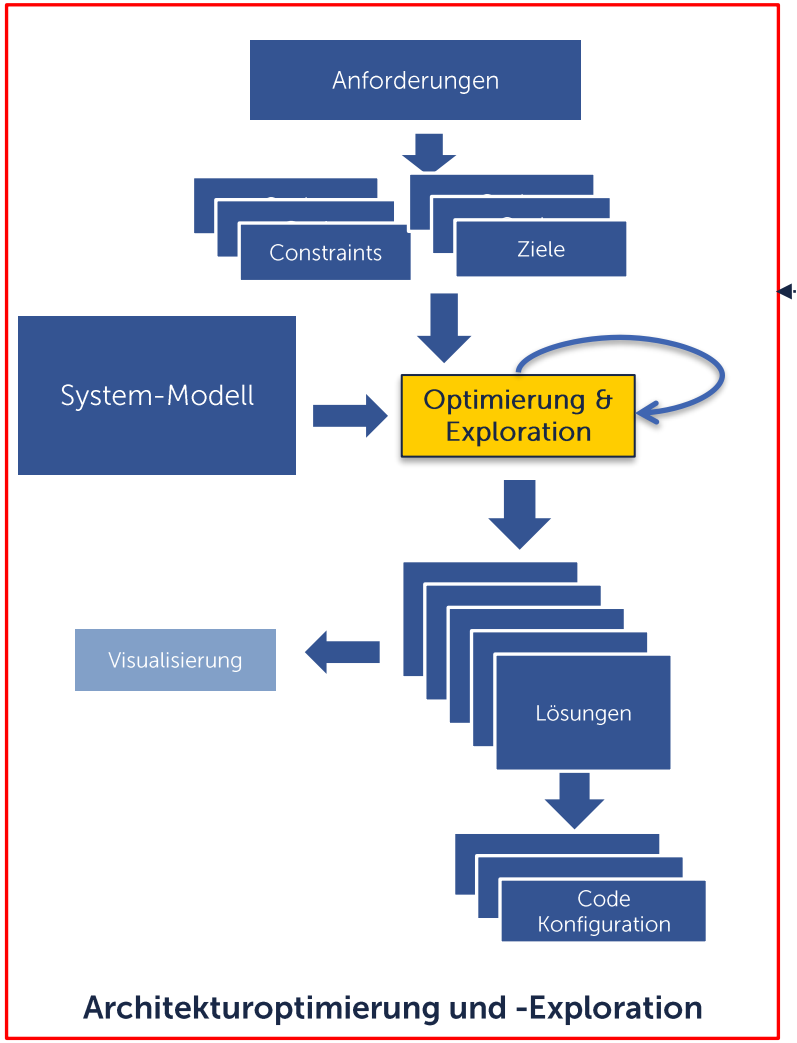
Beispiel Methodik: Architekturoptimierung mit MbSE

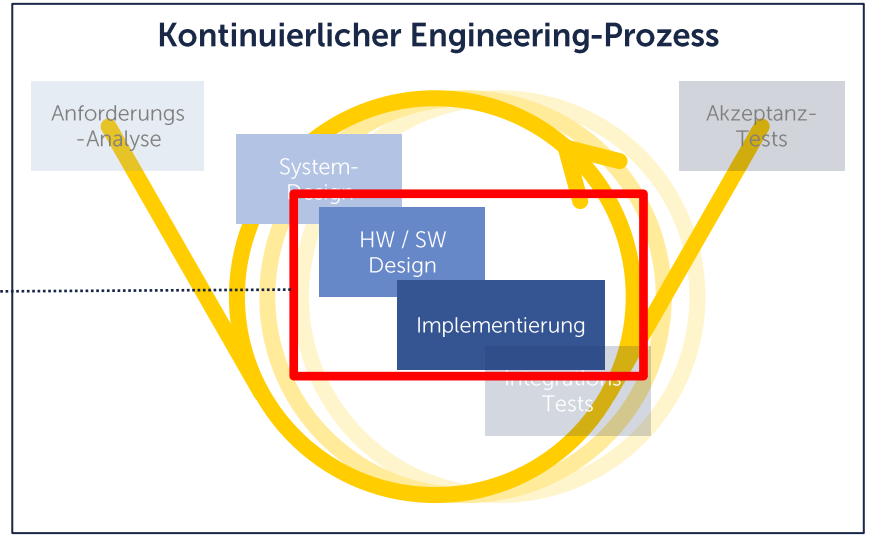
System in Entwicklung

fortissimo Rovers

https://www.fortiss.org/forschung/fortiss-labs/detail/fortissimo

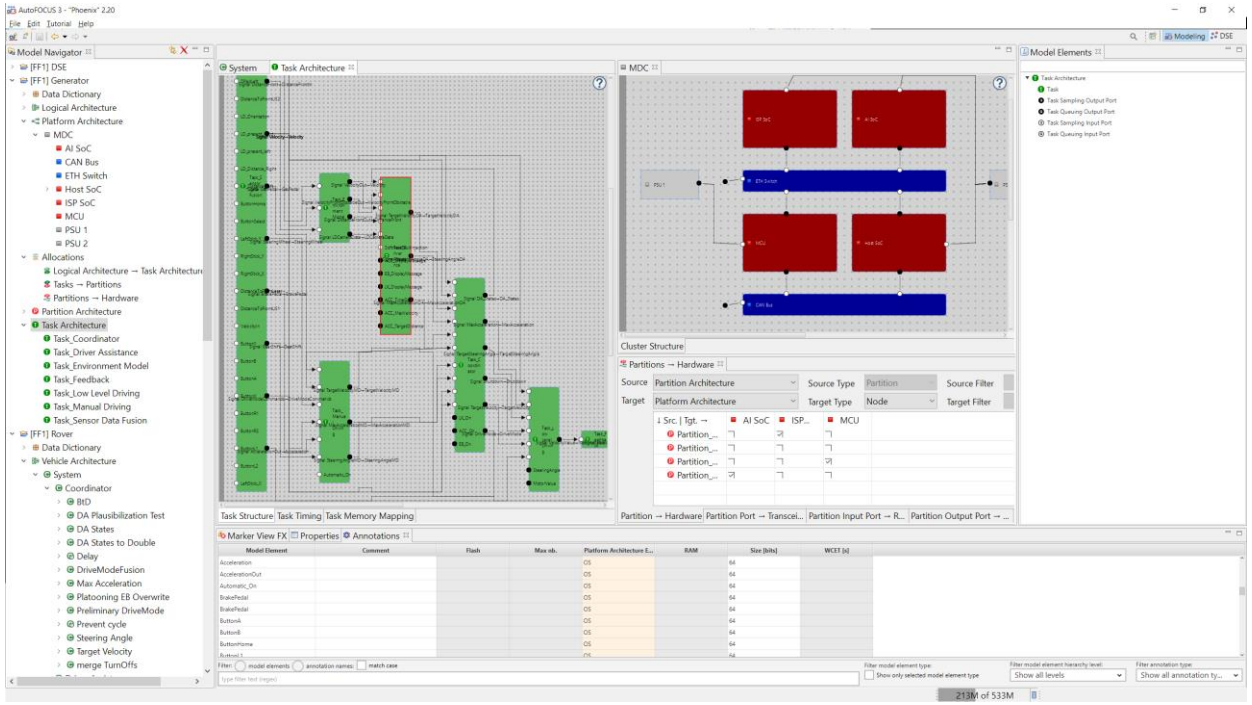
Abstraktion



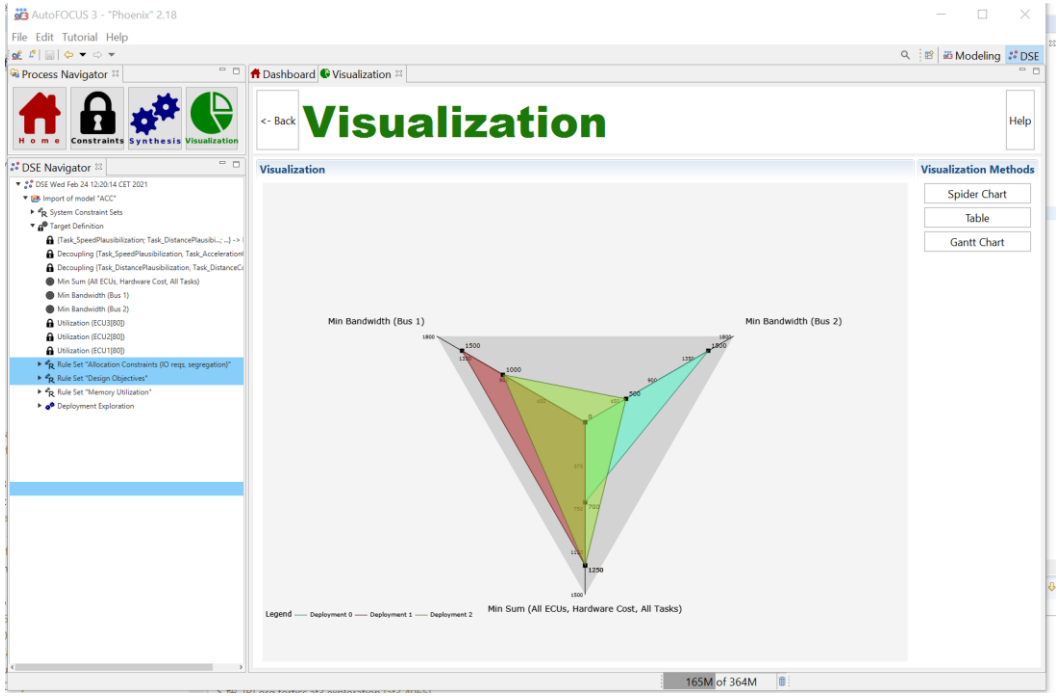


- Können wir alle **Constraints** erfüllen (z.B. beim SW/HW-Deployment)?
- Können wir die **Anzahl** der **Steuergeräte reduzieren**?
- Können wir die **Belastung** eines **Busses minimieren** oder diesen **eliminieren**?
- Wie können wir **Ausfallsicherheit** und **Fehlertoleranz** sicherstellen?

Beispiel Tooling: Architekturoptimierung mit AutoFOCUS3



Grafische **Systemmodellierung**



Automatische Optimierung von Architekturen (hier: Synthese von Software → Plattform Deployments)

AutoFOCUS3 – Modellbasiertes Open-Source Systems Engineering Werkzeug

af3.fortiss.org/

Zum Vergleich: Industrielle Fallstudie

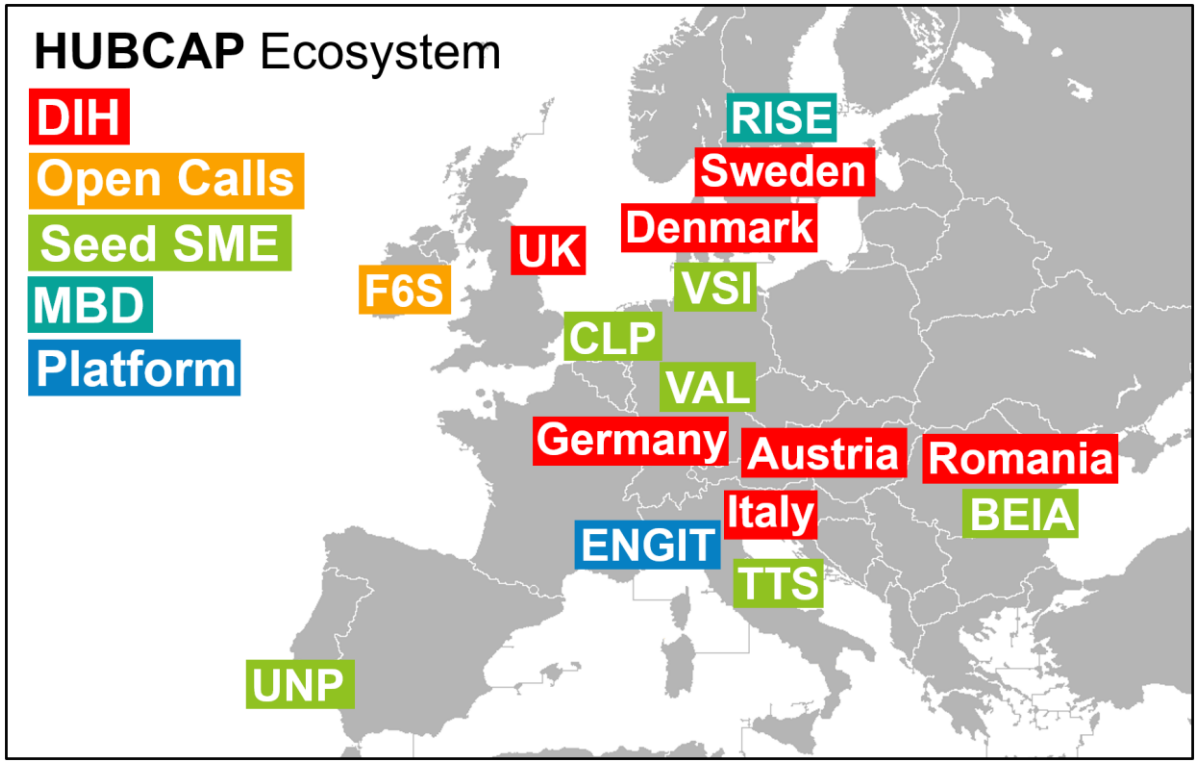
- 31 logische Komponenten
- 327 logische Kanäle
- 22 technische Komponenten

22^{31} mögliche Deployments!

https://www.fortiss.org/ueber-fortiss/erfolgsgeschichten/erfolgsgeschichte-autofocus-3

Tooling: HUBCAP EU Projekt

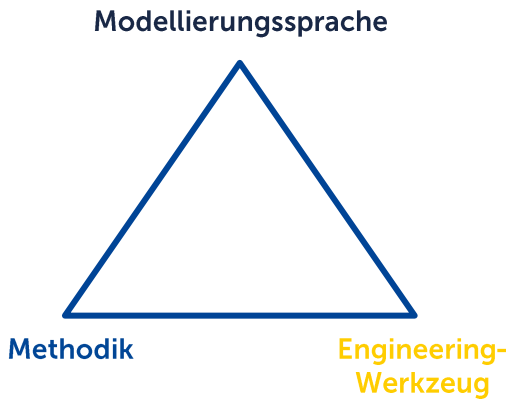
- Ziel: Senkung der Eintrittshürden für KMUs, um das Potenzial der zunehmenden Autonomie bei CPS zu nutzen, durch Zugang zu fortschrittlicher modellbasierter Designtechnologie (MBD), Schulung und Anleitung.
- Von der Europäischen Kommission kofinanzierte Innovation Action, Initiative DT-ICT-01-2019 *Smart Anything Everywhere*
- 17 Partner aus 10 Ländern (darunter fortiss)
- **Koordinator:** Prof. Peter Gorm Larsen, Aarhus University, Dänemark
- **Projektlaufzeit:** Januar 2020 - Dezember 2022, 36 Monate
- **EC Förderung:** EUR ~7.95M
- **Grant Agreement No.:** 872698

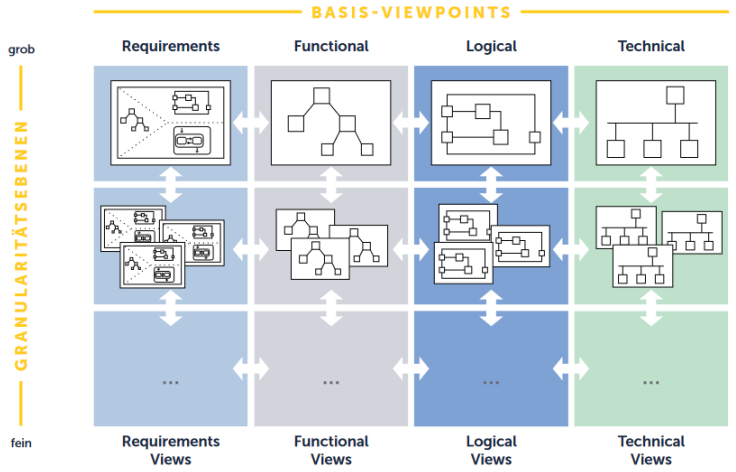


Zusammenfassung und Ausblick

Modellbasiertes Systems-Engineering

- Ziele
  - Komplexitätsreduktion durch Abstraktion
  - Automatisierung von Engineering-Aufgaben
- Ansatz
  - Dreiklang Modellierung – Methodik – Tooling
  - Beispiel: Architekturoptimierung
- Aktuelle Forschung (Beispiele)
  - fortiss Mobility Lab: Offenes MbSE Versuchsfeld
  - SPES Projekte (SPEDiT Materialien, SpesML)
  - HUBCAP EU Projekt
- Ausblick
  - fortiss Whitepaper: *Praxisnahe Einführung von Model-based Systems Engineering*





Modellierung: Viewpoints, Dekomposition & Verfeinerung

Vielen Dank!

Fragen?

Kontakt

Simon Barner
Model-based Systems Engineering

fortiss GmbH
Guerickestr. 25 • 80805 Munich • GERMANY
www.fortiss.org

barner@fortiss.org

©2021

This presentation was created by fortiss.
It is intended for presentation purposes only
and to keep it strictly confidential.
The transfer of the presentation to our partners
includes no transfer of ownership or rights of use.
A transfer to third parties is not permitted.