

Variantenmanagement

—

Forschung und industrieller Einsatz

„Automotive Software Engineering“ Kolloquium
TU Darmstadt
02.06.2009

Dr. Georg Rock, PROSTEP IMP

1. Herausforderungen im Variantenmanagement

2. Interne vs. kundenerlebbarer Varianz

3. Forschungsansätze zum Variantenmanagement

4. Umsetzung der Forschung in einem Industrieprojekt

5. Zusammenfassung und Handlungsbedarf

Herausforderungen beim Variantenmanagement in der mechatronischen Produktentwicklung

Komplexitätstreiber

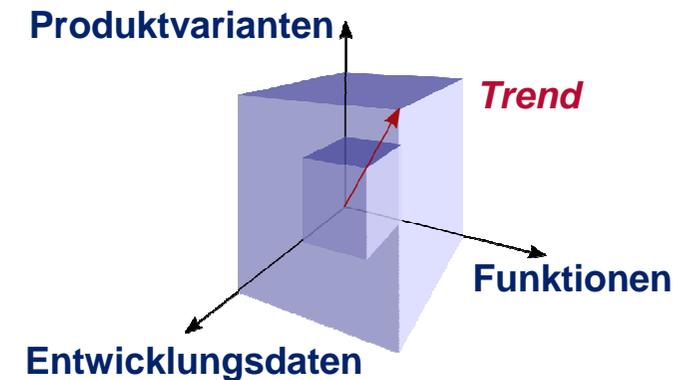
- Zunahme an Produktvarianten
- Zunahme an variantenbehafteten Funktionen
- Zunahme an variantenbehafteten Entwicklungsdaten

Ausgangssituation:

- Varianten werden dezentral in disziplinspezifischen Datenverwaltungs- und Entwicklungswerkzeugen beschrieben
- Dezentrale und werkzeugspezifische „Regelwerke“ werden zur Konfiguration herangezogen

Zielsetzung:

- Entwicklung einer *durchgängigen* Variantenmodellierungsmethodik
- Unterstützung des *gesamten Produktentstehungsprozesses* und einer *heterogenen Werkzeuglandschaft*
- *Kompatibilität* zu bereits verwendeten und dem Entwickler vertrauten Beschreibungsmethoden wünschenswert



„2006 Überstieg die Anzahl der theoretisch möglichen Produktvarianten der Daimler C-Klasse die Anzahl der verkauften Fahrzeuge, Jens Weiland Daimler AG“

Kundenerlebte Varianz

Volkswagen Konfigurator - Mozilla Firefox

http://cc5.volkswagen.de/cc5/configurator/fs_base.aspx?context=default&app=ICC-DE

Rechtliches | Impressum | Hilfe



Das Auto.

Der Volkswagen Konfigurator.

Fahrzeug laden/speichern

In der automobilen Oberklasse ist nichts mehr so, wie es war. Die neuen Maßstäbe setzt der Phaeton - das Meisterstück von Volkswagen. Entwickelt mit der Vision vom überragenden Automobil. Geschaffen in einer einzigartigen Manufaktur.



Preis* ab 65.100,00 €

ZURÜCK WEITER

Wählen Sie ein Modell aus der Liste aller Fahrzeuge aus.

▶ Der Fox	▶ <u>Der neue Polo</u>	▶ Der Golf	▶ Der Golf Plus
▶ Der Golf Variant	▶ Der neue Golf Variant	▶ Der New Beetle	▶ Das New Beetle Cabriolet
▶ Der Scirocco	▶ Der Jetta	▶ Der Touran	▶ Der Tiguan
▶ Der Eos	▶ Der Passat	▶ Der Passat Variant	▶ Der Passat CC
▶ Der Sharan	▶ Der Touareg	▶ Der Phaeton	▶ Der Caddy Life
▶ Der Multivan	▶ Volkswagen Nutzfahrzeuge		

* Unverbindliche Preisempfehlung des Herstellers, zzgl. Überführungs- und Zulassungskosten.

cc5.volkswagen.de gelesen

Die Zunahme an Variantenvielfalt auf Produktebene schlägt sich direkt auf die Teileebene durch

Evolution der Produktvarianten



1983 Mercedes 190
1 Karosserievariante
4 Motoren



1993 Mercedes C-Class
4 Karosserievariante
7 Motoren
4 Designlinien



2000 Mercedes C-Class
5 Karosserievariante
7 Motoren
3 Designlinien



2007 Mercedes C-Class
7 Karosserievariante
9 Motoren
3 Designlinien



- 80 Sonderausstattungen
- Wiederholrate identische Fahrzeuge: 1,4 p.a.
- 20 000 Zukaufteile
- 12 000 selbsthergestellte Teile
- 75% der Teile sind für Sonderausstattungen

Kundenerlebte vs. interne Varianz

Beispiel: Kabelbaum



Zunahme an Funktionalitäten führen zur Erhöhung der Variantenvielfalt von Systemen - Evolution der Bremse

Verbesserung der reinen Bremsleistung



ABS

Vorstellung: 1969

Einführung: 1977

Funktionserweiterung bezüglich der Longitudinaldynamik



ABS+ASR

Einführung: 1989

Funktionserweiterung Bezüglich Gierdynamik



ESP

Einführung: 1995

Funktionsintegration mit dem Lenksystem



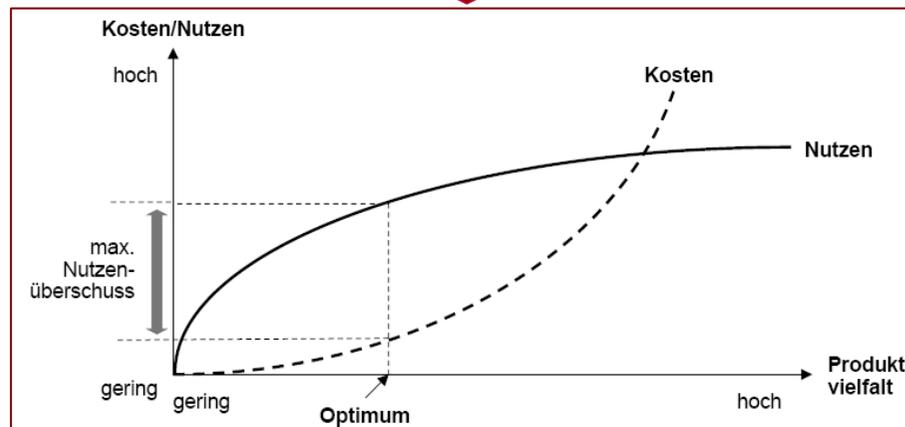
ESP II

Vorstellung: 2002

- Jedes zusätzliche Feature führt zur Zunahme an Varianz
- Aufgrund der Kombinierbarkeit im Fahrzeug ist die Zunahme an Varianten des Systems Bremse nichtlinear

Varianz im Spannungsfeld der Diversifizierung und Komplexitätsbeherrschung und -minimierung

Diversifizierung der Produkte zur Erhöhung des Marktanteils führt zur Zunahme an Produktvielfalt

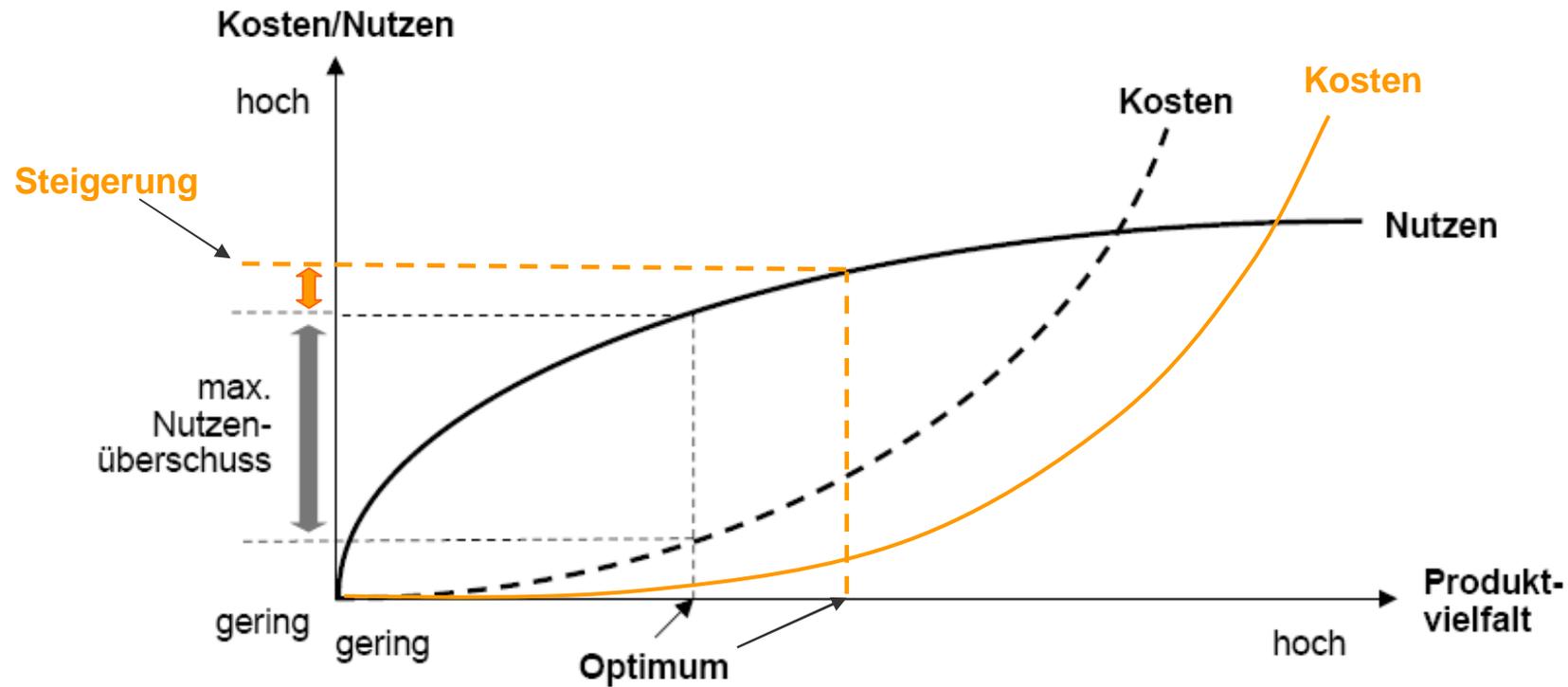


Minimierung der Teilevarianten durch Gleichteilkonzepte und Produktlinienansätze zur Reduzierung des Entwicklungs-, Produktions- und Verwaltungsaufwand

Fragen:

- Was sind die Produktvarianten mit der potentiell höchsten Marktdurchdringung?
- Wie findet man das Optimum zwischen Produktvielfalt und Teilevarianten?
- Wie muss die Produkteinführungen geplant werden, um das Kosten/Nutzen-Verhältnis über alle Produkte zu optimieren?
- Wie stelle ich die Konsistenz der Varianten über den PEP sicher?

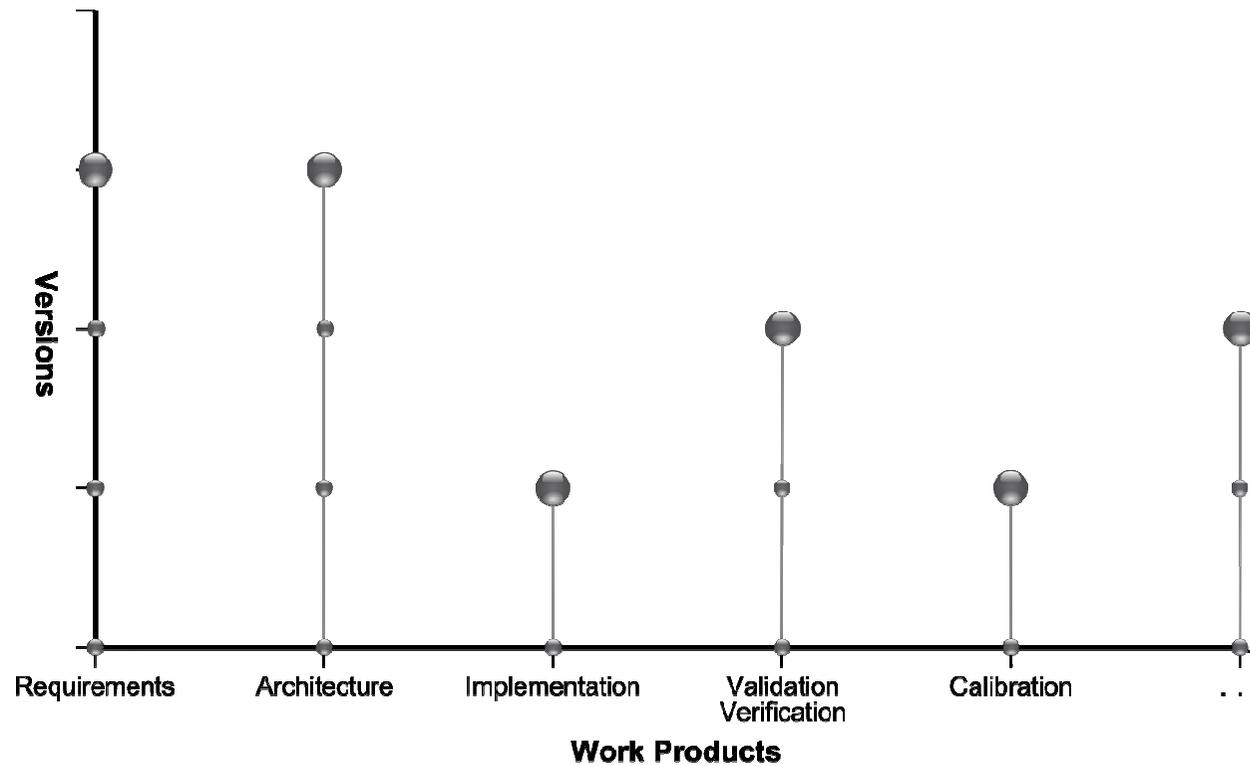
Kosten/Nutzen der Produktvielfalt



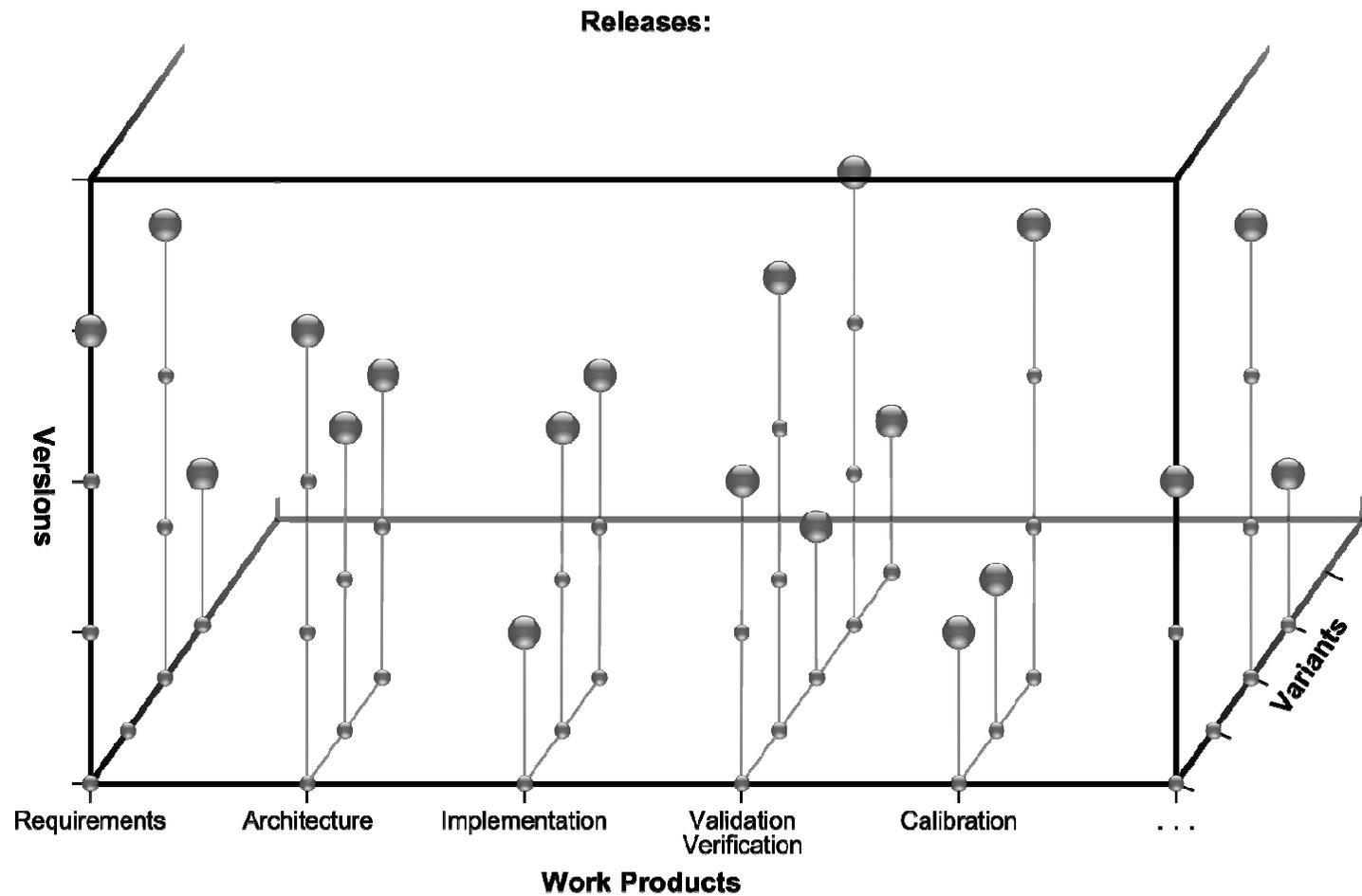
Quelle: G. Schuh 2001

Hohe Vielfalt verursacht Kosten, niedrige Vielfalt verhindert Kundenorientierung!

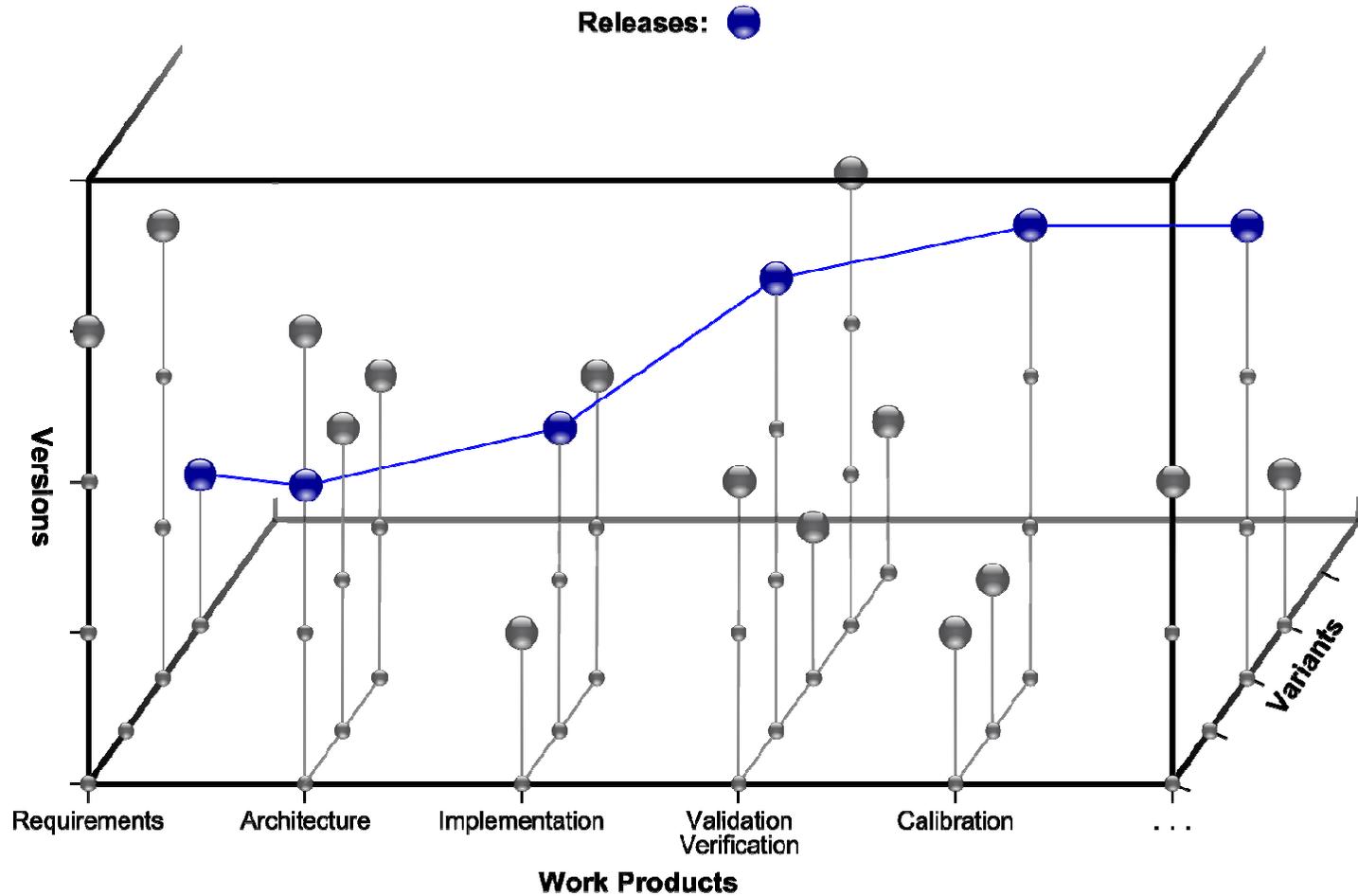
Zusammenhang Version – Variante – Release



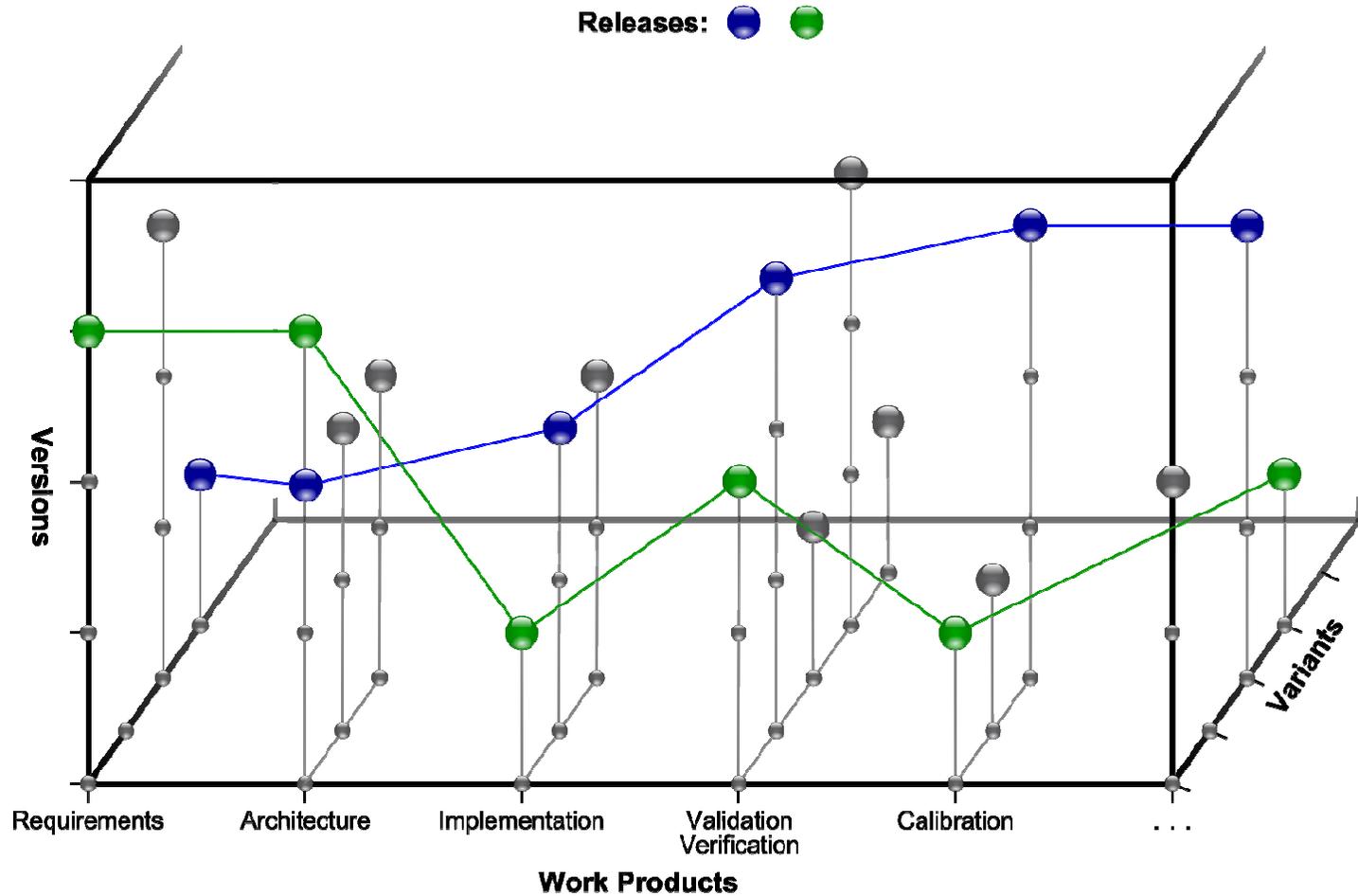
Zusammenhang Version – Variante – Release



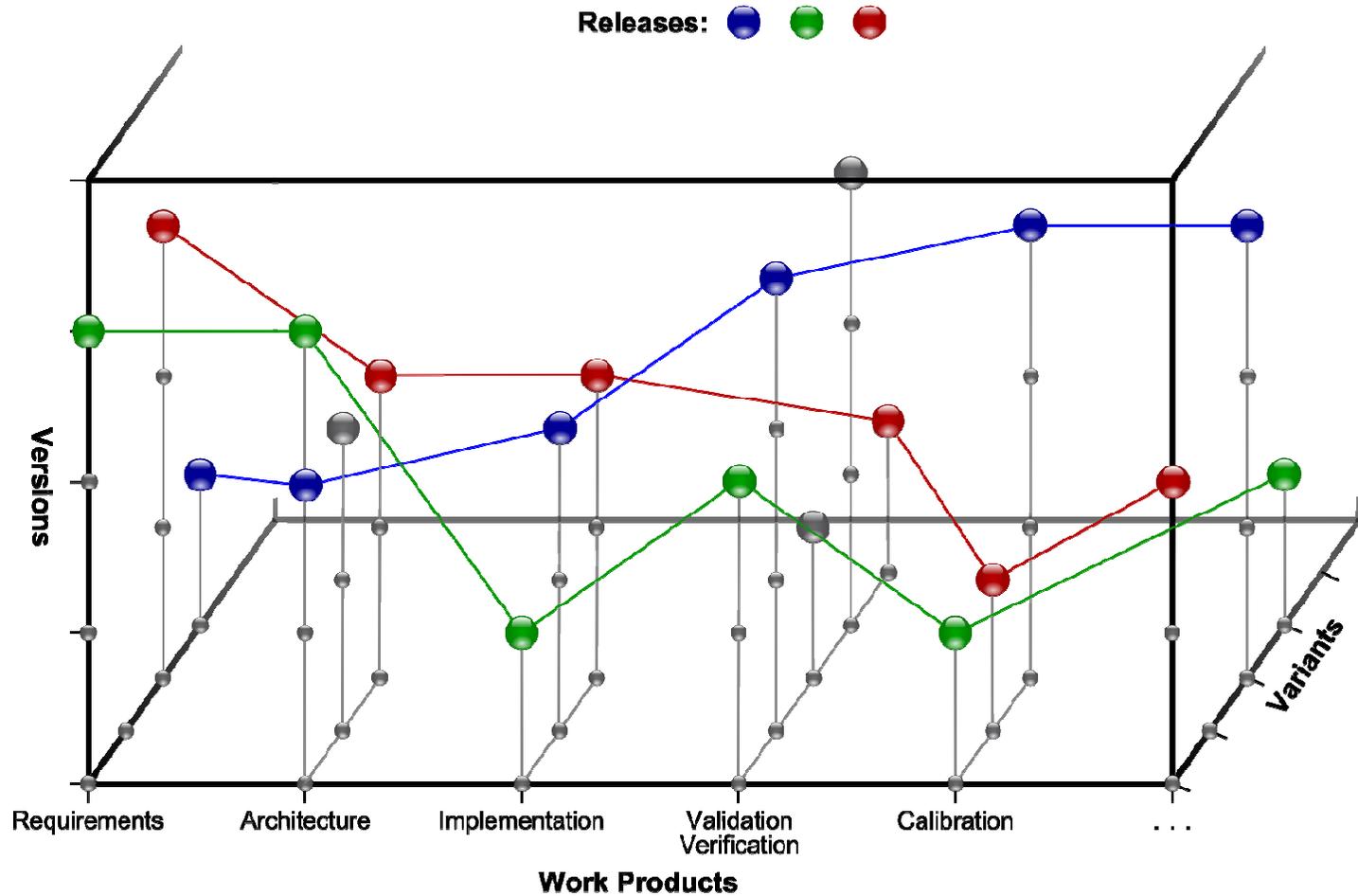
Zusammenhang Version – Variante – Release



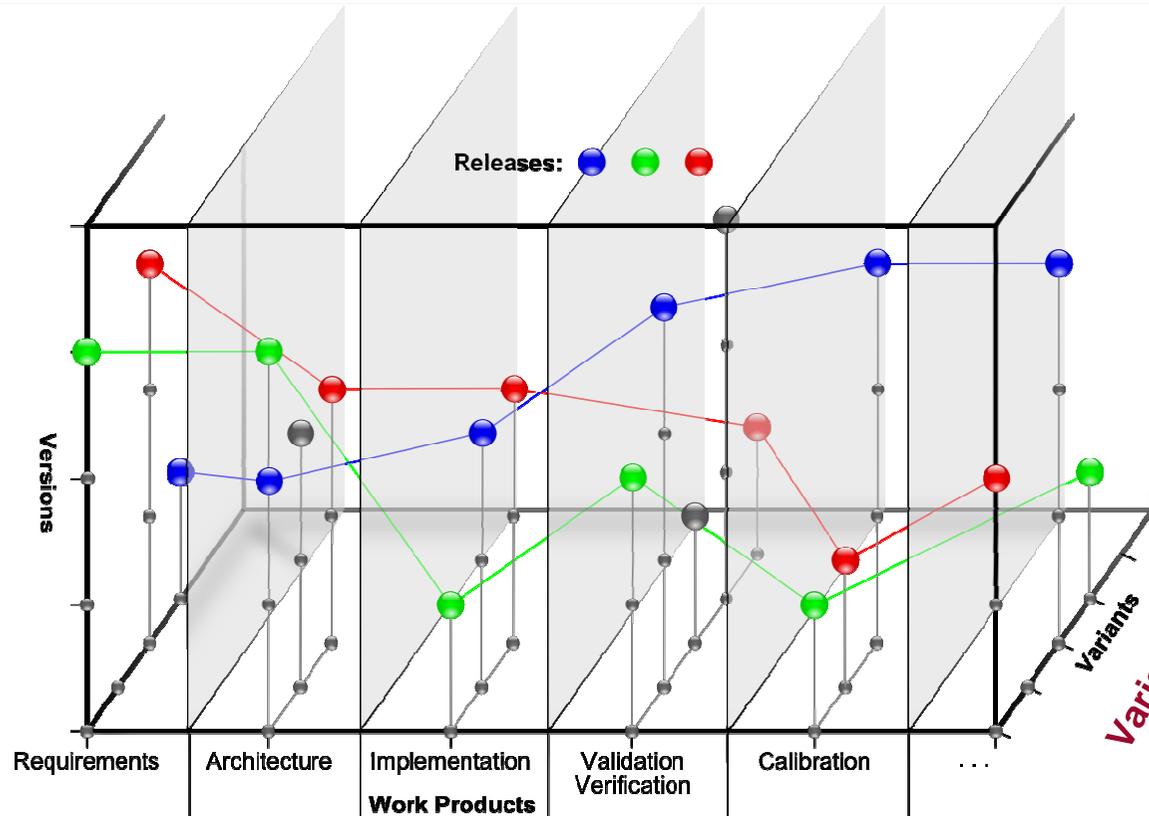
Zusammenhang Version – Variante – Release



Zusammenhang Version – Variante – Release



Typische E/E-Entwicklungs- und Datenmanagementwerkzeuge



Varianten werden disziplinspezifisch definiert

	Requirements	Architecture	Implementation	Validation	Calibration	...
Work Products						
TDM Level	DOORS Requisite Pro MKS eASEE.rqm	Synergy Rational Rose MKS eASEE.sdm	Synergy ClearCase MKS eASEE.edm/.sdm	Test Director MKS eASEE.tdm	AVL CRETA eASEE.cdm	...
Engineering Tool Level	DOORS Requisite Pro MKS eASEE.rqm	Enterprise-Architect Rational Rose DaVinci SystemDesk	Matlab/Simulink TargetLink Ascet SD C-Development IDEs	Matlab/Simulink TargetLink Ascet SD RCP HIL Embedded Validator	CalDesk CANape ATI Vision	...

Ziel: Durchgängigkeit zur Erreichung von Traceability & Prozessintegration

Ziel: Durchgängigkeit zur Reduzierung des Entwicklungsaufwands & Erhöhung der Entwicklungsqualität

Produktlinie und Durchgängigkeit

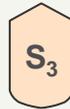
- Wie kann man Varianten im PEP (PLM, PDM, TDM) durchgängig beschreiben, verwalten, in der Analyse verwenden? → Referenzprozess
- Wie kann man die Vorteile der Produktlinie im PEP einsetzen?
- Welche Analysemöglichkeiten sind möglich, welche sinnvoll basierend auf Fragen zur Entwicklung einzelner Systeme oder von Gesamtfahrzeugen?

Welchen Beitrag kann hier die Forschung liefern?

Variantenmanagement im PEP



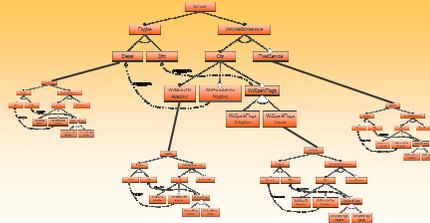
Prozess



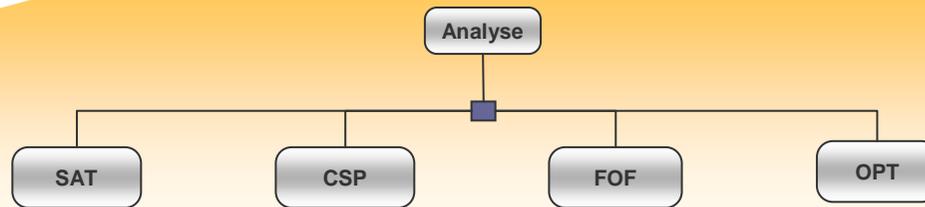
Varianz-Sicht



Gen. Varianz-Interface



Varianz-Komposition



Varianz-Analyse



Ziel

„Entwicklung einer Methode auf der Grundlage der Konzepte der Produktlinienteknik für die verteilte Entwicklung und Integration von Automotive-Systemen“

Partner



Vorgehen

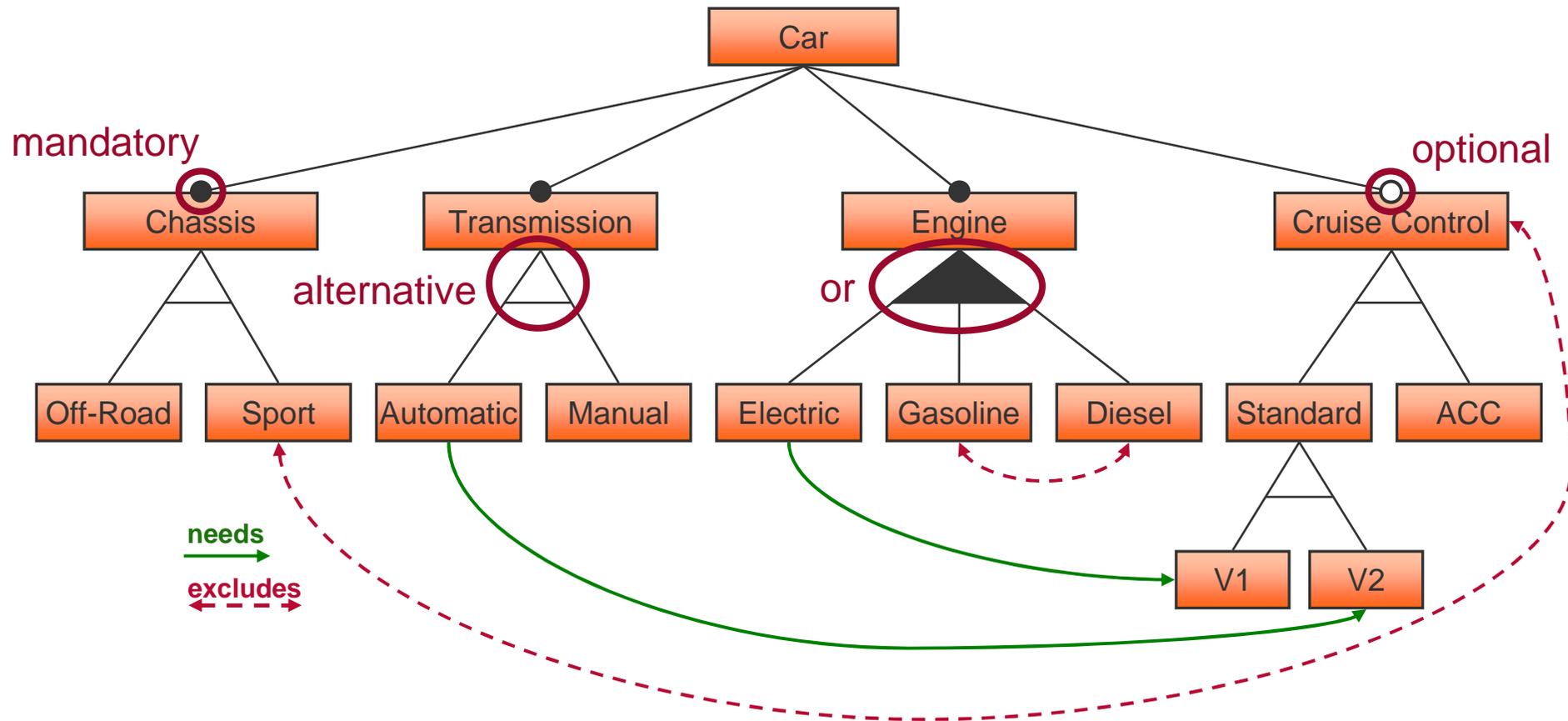
- Referenzprozess
- Grundlagenkonzepte
- Anwendungskonzepte (Prototyp)
- Methoden
- Dokumentation

<http://veia.isst.fraunhofer.de/>

Wesentliche Eckpunkte und Ziele

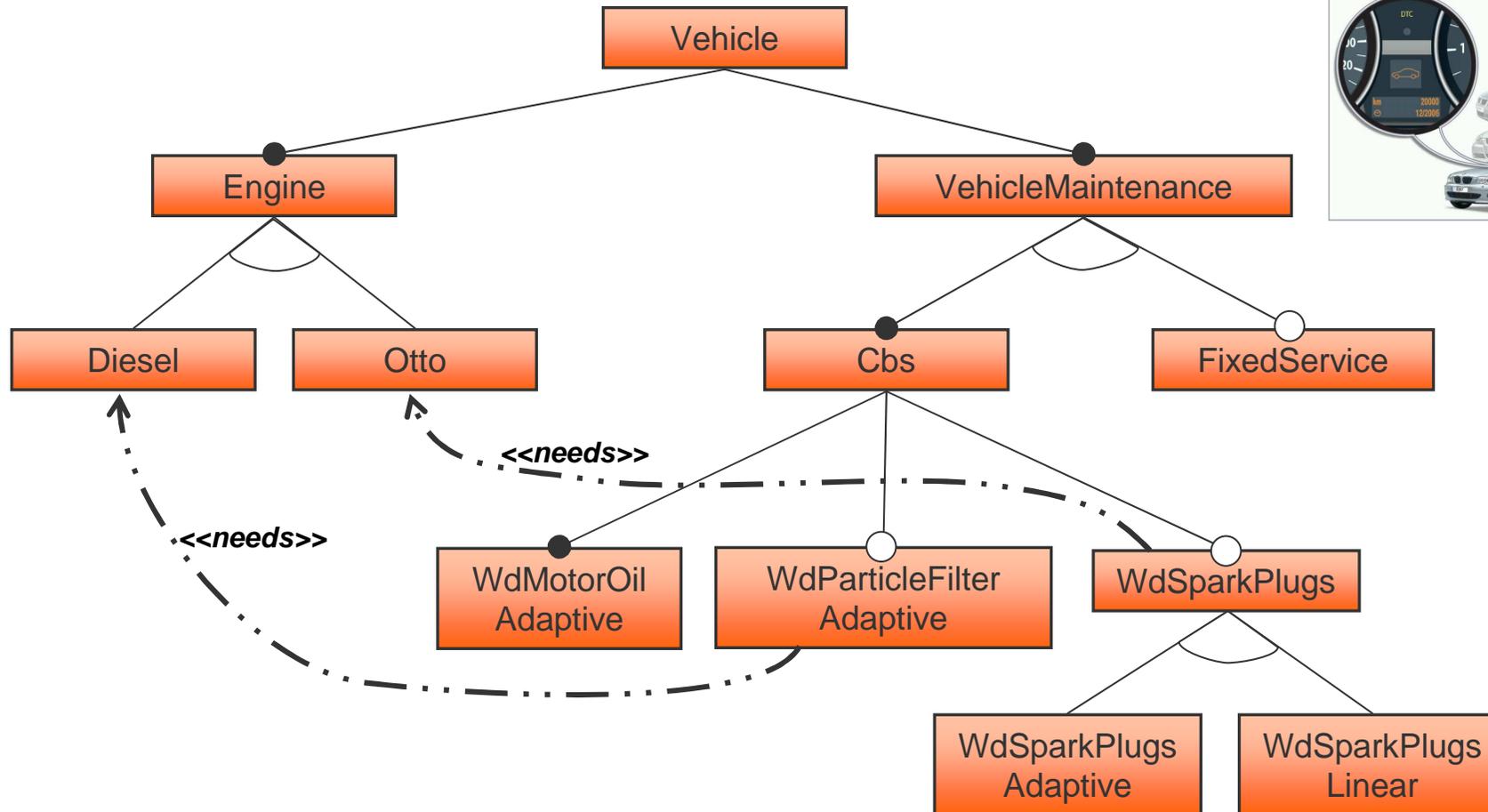
- Durchgängige Beherrschung des Variantenmanagements,
- Verlässliche Bewertung von Entwurfsentscheidungen auf der Grundlage unvollständiger Informationen bereits in frühen Phasen,
- Praktische Durchführbarkeit und Skalierbarkeit der Methode,
- Analyse und konsistente Konfiguration der Entwicklungsartefakte

Beispiel eines einfachen Feature-Modells - Produktvarianten eines Fahrzeugs



- Mittels Feature Modellen lassen sich komplexe Varianten und ihre Abhängigkeiten verständlich darstellen
- Potential und Nutzen von Feature Modellen liegt in der Analyse: Konsistenz, Dead Feature Detection, Konfiguration, Eigenschaften, Erklärung, ...

CBS-Merkmalsmodell (Condition Based Service)



v.control: Featuremodell

Ein Featuremodell

The screenshot displays the Veia Project Viewer interface. On the left, a tree view shows the feature model structure under 'CBS Product Line Description', including 'Vehicle', 'Engine (1-1)', 'VehicleMaintenance (1-1)', and 'Cbs'. The 'Cbs' node is expanded, showing sub-features like 'WdMotorOilAdaptive', 'WdParticleFilterAdaptive', 'WdSparkPlugs (1-1)', and 'WdSparkPlugsLinear'. A green box highlights this tree view with the text 'Ein Featuremodell'. On the right, the 'Feature model overview page' is shown, containing sections for 'General feature model data', 'Description', and 'Attributes'. The 'Description' section contains the text: 'WdSparkPlugs needs Otto; WdParticleFilterAdaptive needs Diesel;'. A green arrow points from this text to a green box labeled 'Constraints'. Below the overview page, a table titled 'CBS Product Line Description' provides details for the selected feature. The table has columns for 'Property' and 'Value'. The 'General' section includes 'Id' (ftmdl-0000000004) and 'Name' (CBS Product Line Description). The 'Info' section includes 'Project' (impprjct-0000000002) and 'Root feature' (Vehicle (ft-00000000059)). A green arrow points from the 'Root feature' row to a green box labeled 'Featuredetails'.

Property	Value
General	
Id	ftmdl-0000000004
Name	CBS Product Line Description
Info	
Project	impprjct-0000000002
Root feature	Vehicle (ft-00000000059)

Constraints

Featuredetails

v.control: Formale Analyse von Featuremodellen

- Erfüllbarkeit
- Anzahl möglicher Konfigurationen
- Eigenschaften
- Dead Feature Detection
- Mandatory Feature Detection
- Erklärung



Number of possible configurations: 5

Do you want to show the result in the view?

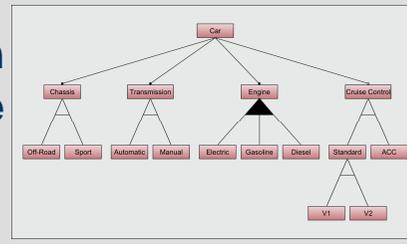
Ja Nein

Feature	Conf4	Conf5
Otto	0	1
Diesel	1	0
Vehicle	1	1
Cbs	1	1
WdMotorOilAdaptive	1	1
WdParticleFilterAdaptive	0	0
WdSparkPlugsAdaptive	0	1
WdSparkPlugsLinear	0	0
FixedService	0	0
Engine	1	1
VehicleMaintenance	1	1
WdSparkPlugs	0	1

Eine gültige Konfiguration

Vorgehensmethodik Variantenmanagement - Beispiel aus der E/E-Entwicklung

1 Regelbasierte Beschreibung von Varianten durch Feature-Modelle



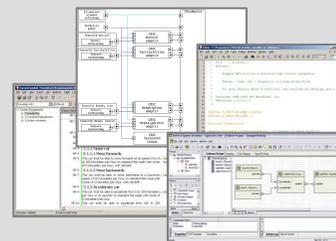
3 Verlinkung (Produktvarianten zu Funktionsvarianten)

2 Definition der Funktionsstruktur inkl. Varianten

4 Verlinkung (Funktionsvarianten zu Entwicklungsdaten)

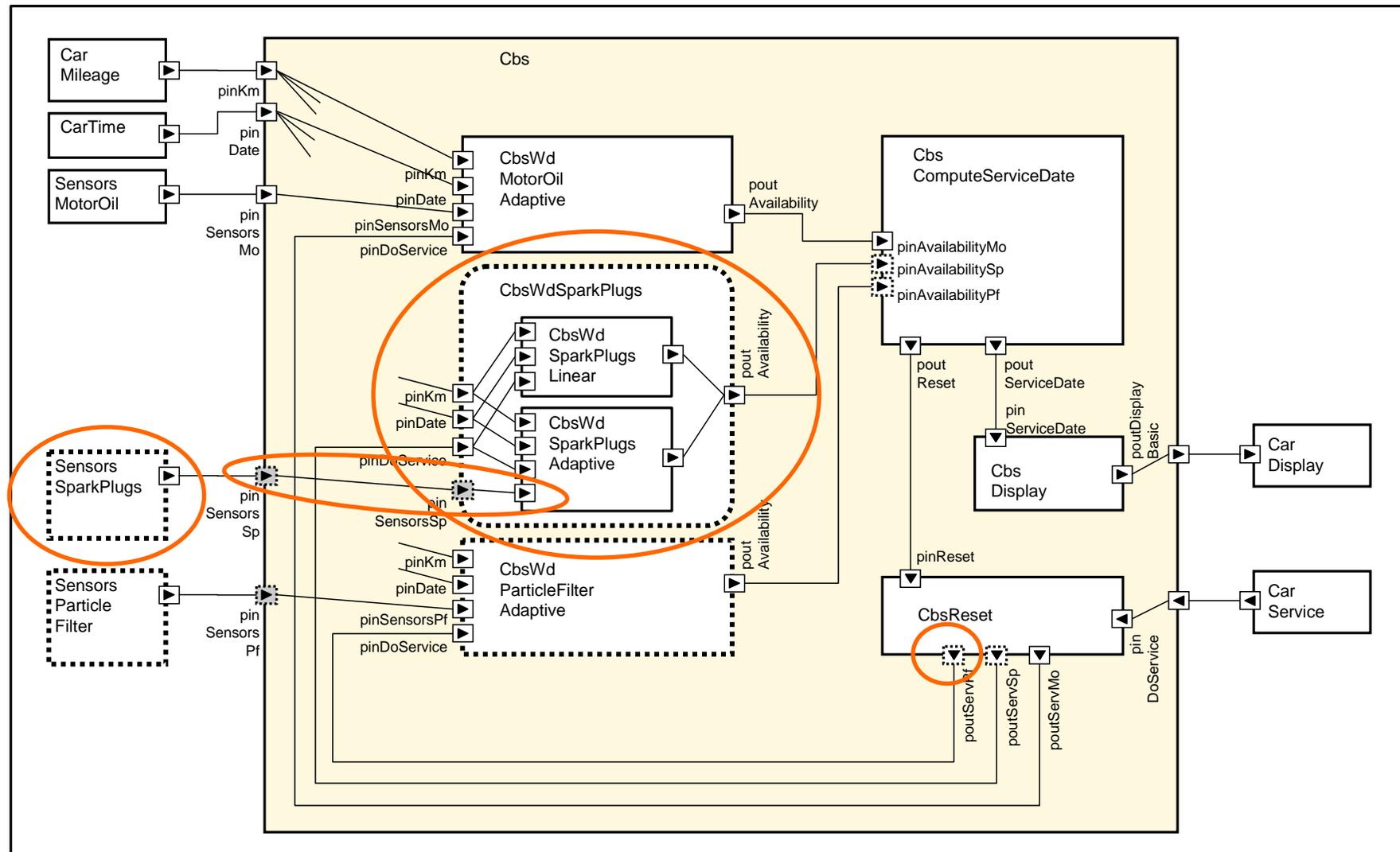
Entwicklungsdaten (Beispiel E/E)

- Anforderungen
- Architektur
- Implementierung
- Test



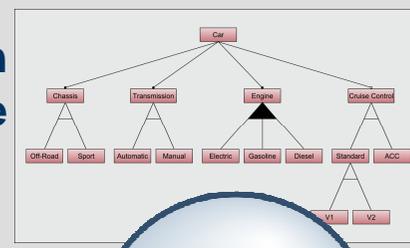
5 Durchschaltung der Konfigurationen in die Entwicklungsdaten

CBS Funktionsnetz



Vorgehensmethodik Variantenmanagement - Beispiel aus der E/E-Entwicklung

1 Regelbasierte Beschreibung von Varianten durch Feature-Modelle



3 Verlinkung (Produktvarianten zu Funktionsvarianten)

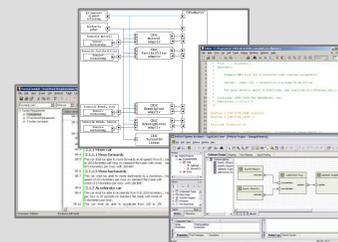
2 Definition der Funktionsstruktur inkl. Varianten



4 Verlinkung (Funktionsvarianten zu Entwicklungsdaten)

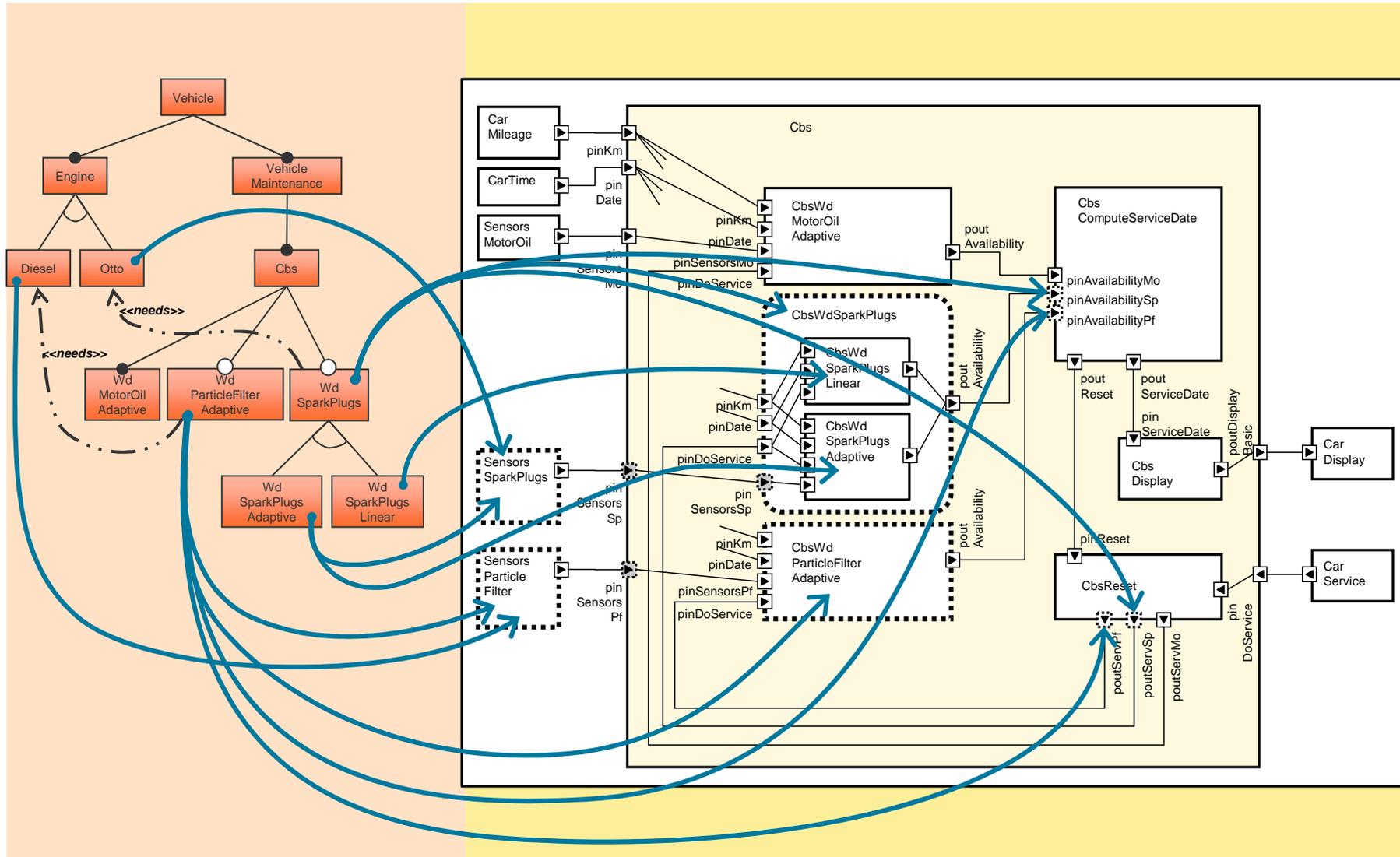
Entwicklungsdaten (Beispiel E/E)

- Anforderungen
- Architektur
- Implementierung
- Test

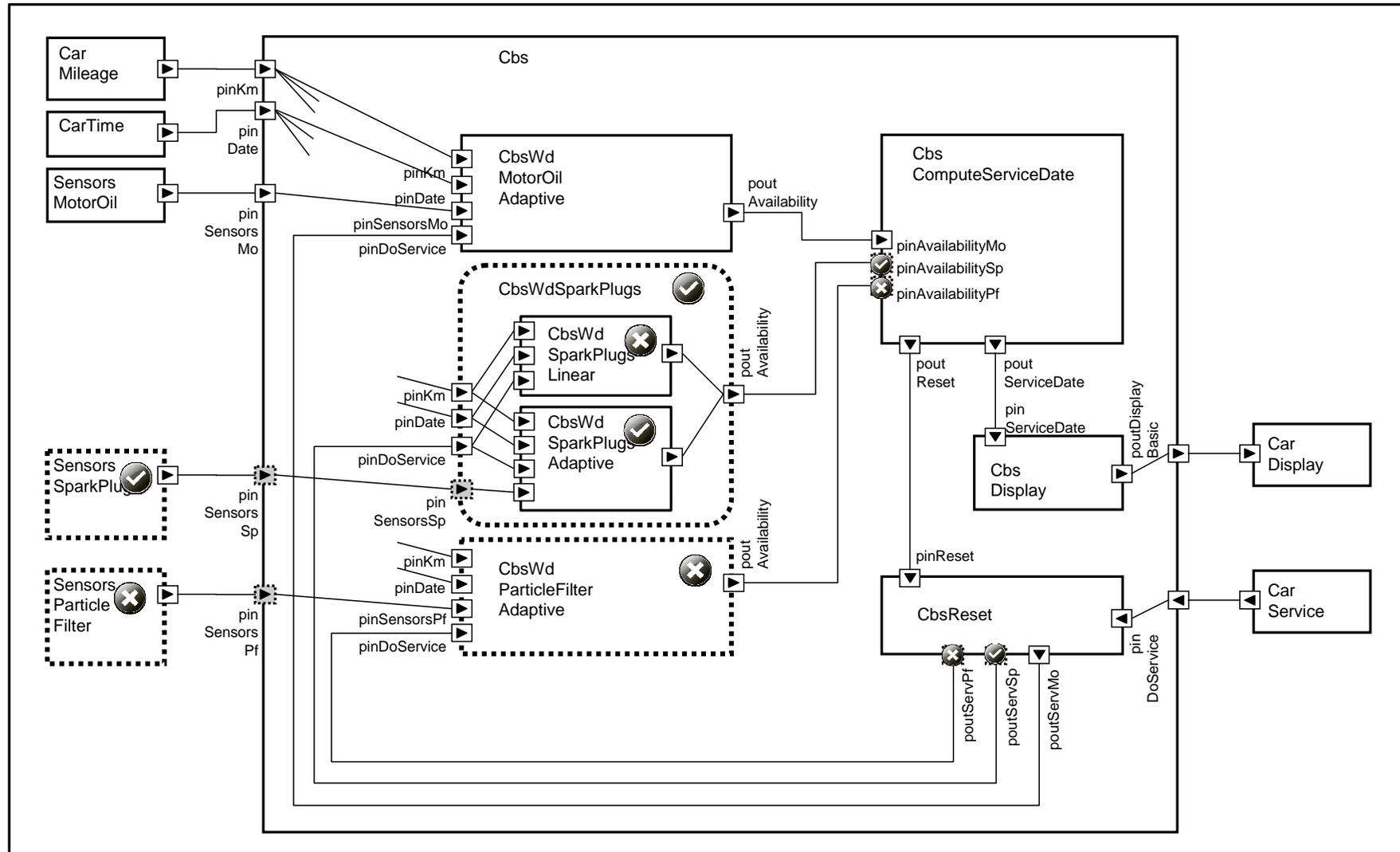


5 Durchschaltung der Konfigurationen in die Entwicklungsdaten

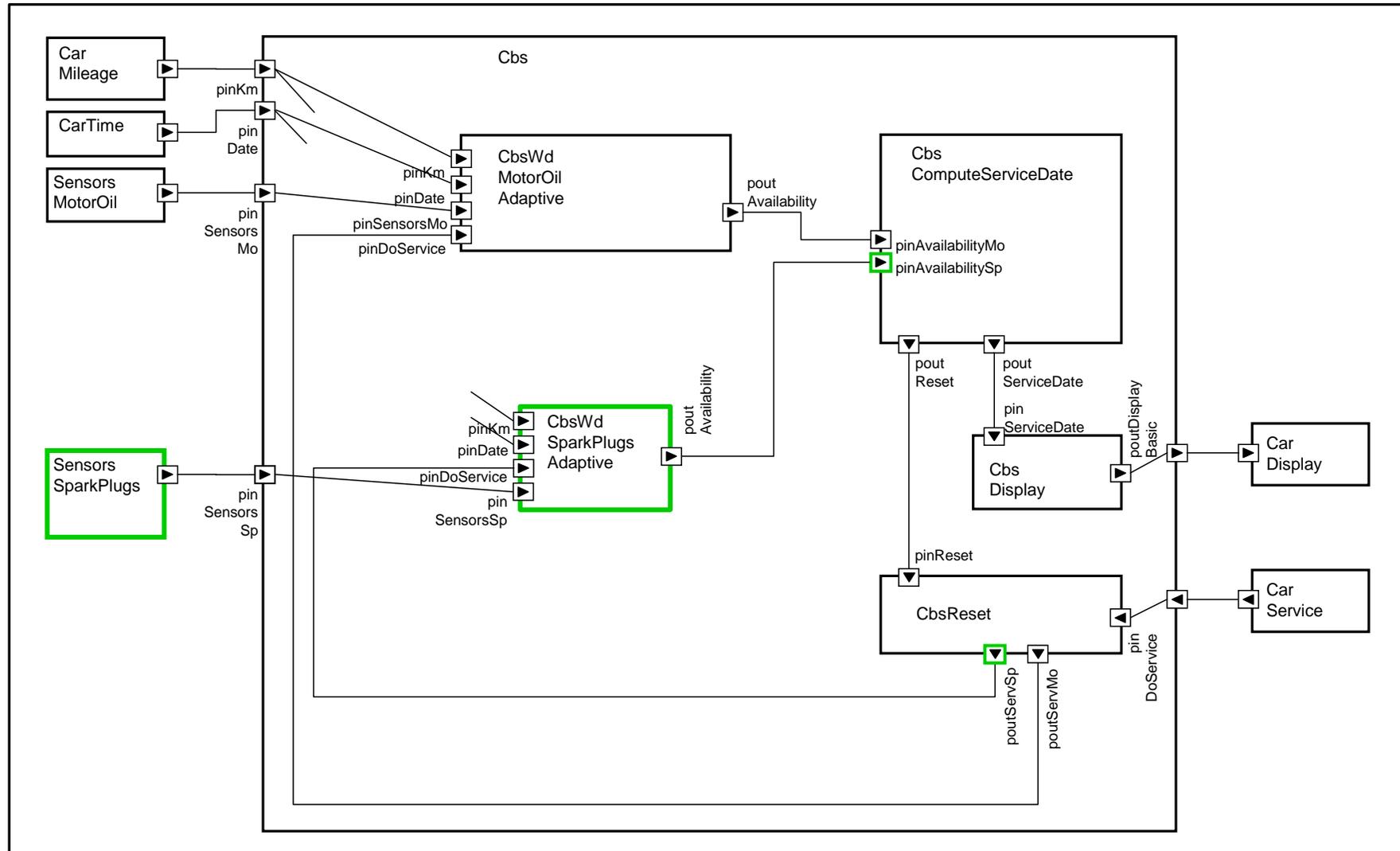
Konfiguration des FN durch Verlinkung mit einem Merkmalsmodell



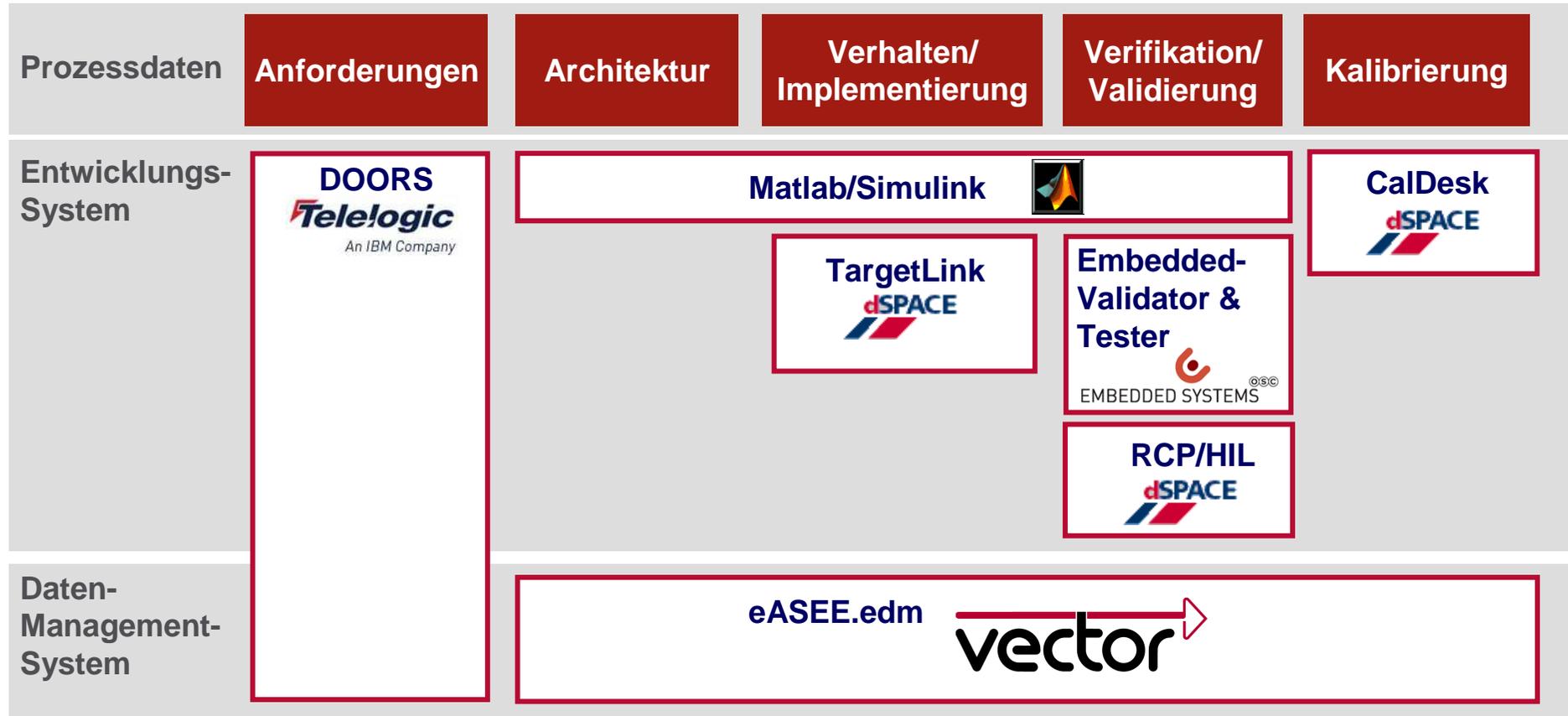
Für ein Produkt konfigurierbares Funktionsnetz



Funktionsnetz eines Produkts

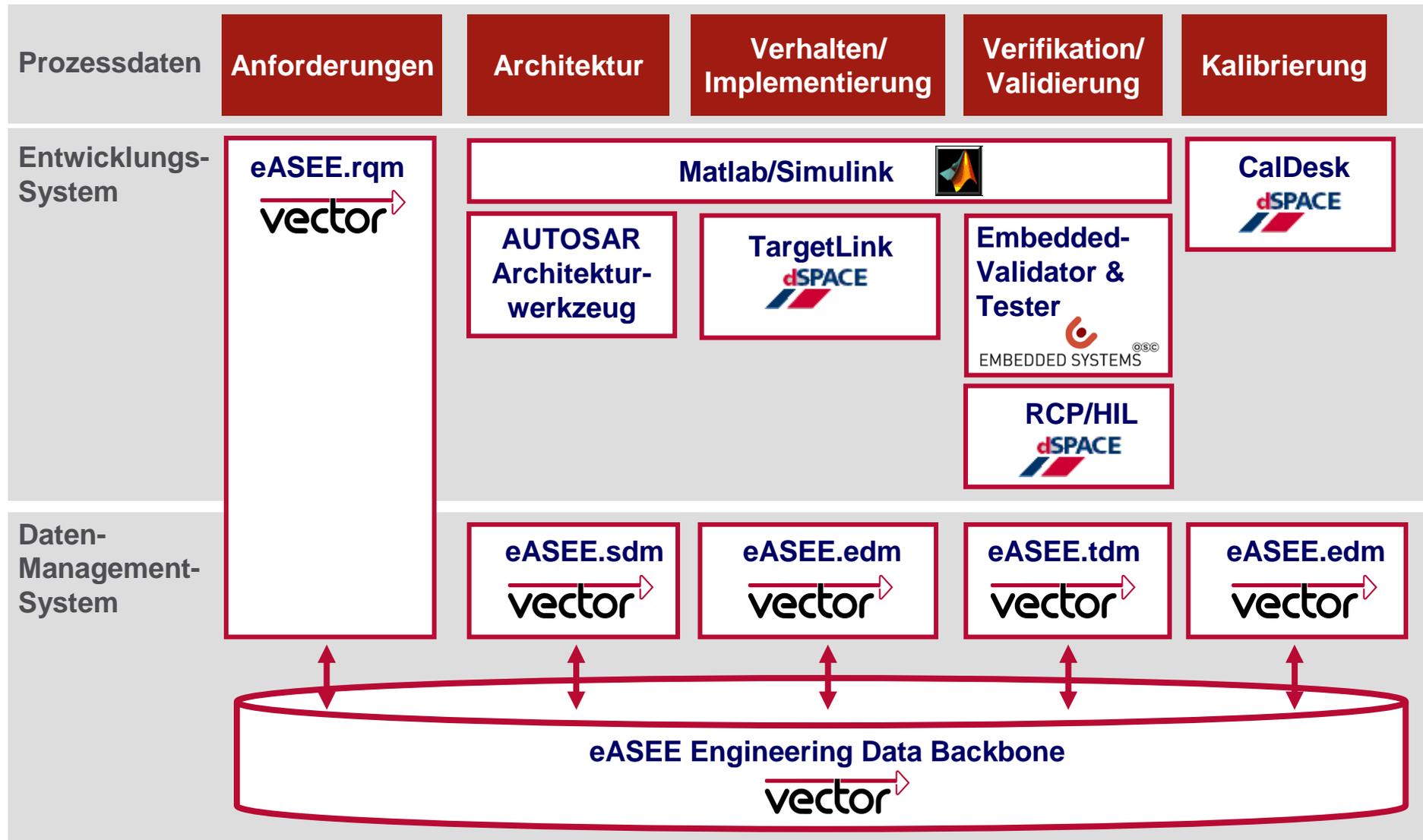


Projekt: Variantenmanagement im modellbasierten Entwicklungsprozess - Ursprungssystemlandschaft des Ford Forschungszentrums Aachen



- Werkzeugkette zur modellbasierte Software/Funktionsentwicklung wurde seit 1995 stetig ausgebaut (Serien Code Generierung seit 1999, Formale Verifikation seit 2004)
- Durchgängigkeit zwischen Anforderungen und den anderen Prozessdaten wird durch Prozessintegration sichergestellt
- Prozessdaten werden als Files in eASee.edm verwaltet

Projekt: Variantenmanagement im modellbasierten Entwicklungsprozess - Zielsystemlandschaft des Ford Forschungszentrums Aachen



- Steigende Bedeutung des Variantenmanagements in der automotiven Entwicklung (Hybridisierung, Kundenanforderungen)
- Variantenmanagement als zentrales Instrument zur Kosten- und Aufwandsreduzierung
- Gestufte Konfiguration zur Realisierung eines durchgängigen kompositionalen Variantenmanagement
- Anwendung der realisierten Konzepte mit PDM Werkzeugen (eASEE, MKS) in der Serienentwicklung
- Ergänzung des Variantenmanagements um Überprüfungen basierend auf formalen Methoden (Konsistenz, Constraints, Optimierung ...)

- Industrie:
 - *Durchgängiges* Variantenmanagement im PEP
 - Flexible Variantenmethodik (Entwicklernahe Umsetzung)
 - *Mechatronische* Prozessintegration

- Forschung:
 - Effizienz formaler Analyseverfahren (Konfiguration, Optimierung)
 - Metriken zur Aufwandsabschätzung
 - Test von Produktlinien (Testfalloptimierung)

**Vielen Dank für ihre
Aufmerksamkeit!**



**Fragen und
Ihre Anregungen**

Kontakt:

Dr. Georg Rock
PROSTEP IMP GmbH
D-64293 Darmstadt
Tel.: +49 6151 92 87 472