



Varianten in der Automobilelektronikentwicklung

Herausforderungen und Lösungsansätze

Martin Becker, Matthias Weber, *Thomas Wierczoch* (Carmeq GmbH)

SE2008, München, 18.02.2008

Agenda

- Vorstellung Carmeq
- Herausforderungen
- Methodischer Ansatz
- Werkzeugunterstützung



Carmeq – das Unternehmen

▪ 1. Januar 2003

- Aufnahme des operativen Geschäfts mit dem Auftrag des Volkswagen-Konzerns, sich als innovatives, unkonventionelles und profitables Unternehmen für die Entwicklung von Automobilelektronik- und Softwaresystemen dauerhaft im internationalen Markt zu etablieren.

▪ Unternehmenskennzahlen

Jahr	Erlöse	Mitarbeiter
2005	11,2 Mio. €	110
2006	14,6 Mio. €	146
2007	19,9 Mio. €	170
2008	20,9 Mio. € *	198 *

* geplant

▪ Gesellschafter

- AutoVision GmbH (Volkswagen AG): 100%

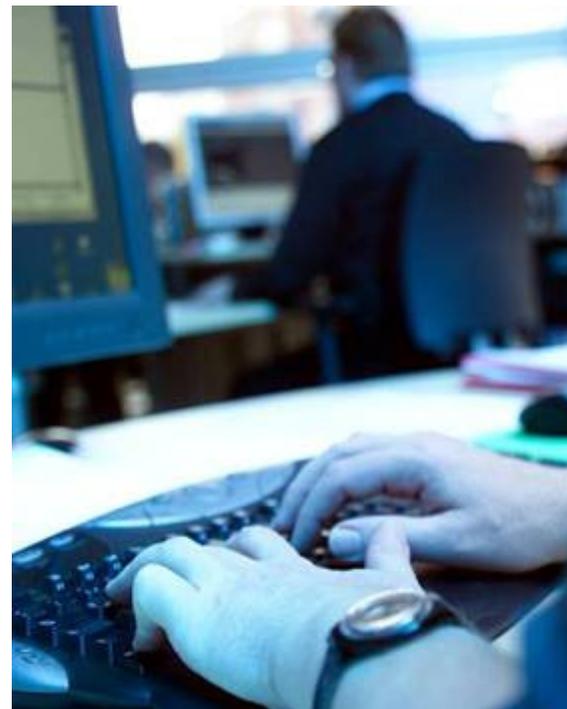


Leistungen und Lösungen

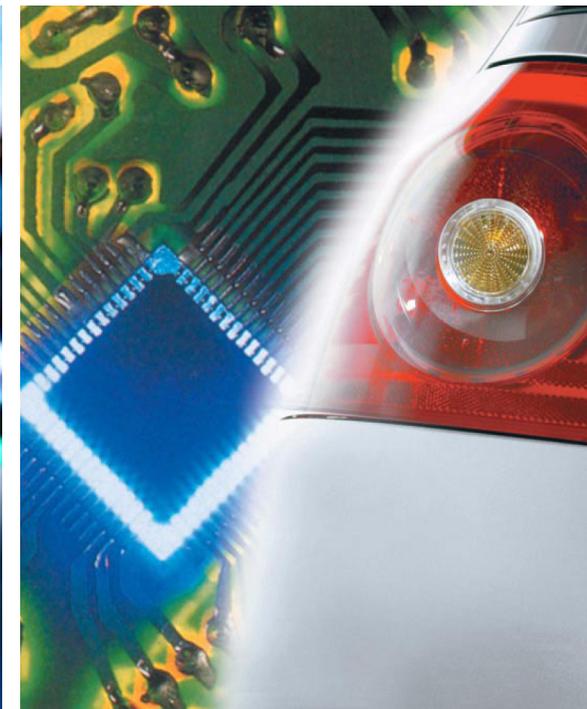
Leistungskategorien



Technische Beratung
Intelligente Lösungen



Entwicklungsleistung
Experten-Know-how



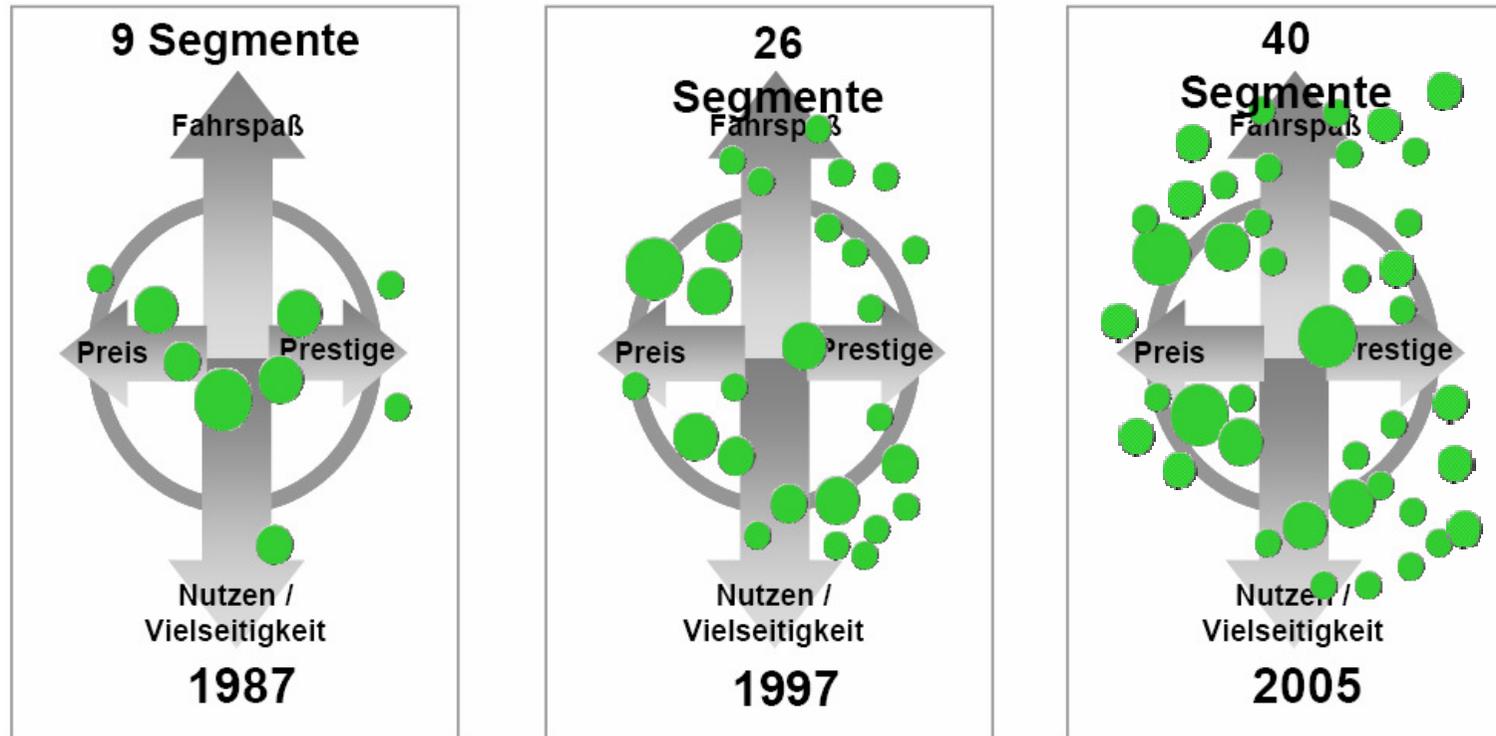
Funktionsentwicklung
Innovative Fahrzeugfunktionen

Agenda

- **Vorstellung Carmeq**
- **Herausforderungen**
- **Methodischer Ansatz**
- **Werkzeugunterstützung**



Segmentierung des Marktes



- Die Anzahl der Segmente nimmt zu, jedoch: die Segmente werden kleiner.
- Die Bedeutung einzelner Modelle nimmt ab – Produktfamilien gewinnen an Bedeutung und decken unterschiedliche Bedürfnisschwerpunkte ab

„Prof.Dr. Jürgen Lehold (VW): Herausforderung zwischen Funktionsintegration und Komplexitätsmanagement“
(Automobil Elektronik 9. Internationaler Fachkongress 2005, Ludwigsburg)

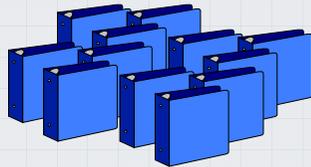
Wachstum in Marktnischen

- **Interview Martin Winterkorn (Vorstandsvorsitzender VW)**
(Süddeutsche Zeitung, 09.02.2007)
 - „Die Palette wird weiter die klassischen Segmente umfassen, wie man sie von VW kennt: Fox, Polo, Golf, Touran, Passat, Phaeton und Touareg. Aber wenn man wachsen will, muss man intelligent weitere Fahrzeuge hinzufügen und attraktive Nischen besetzen.“
 - „Wir können auch noch jede Menge interessanter, volumenstarker Marktnischen besetzen...“
 - „Wir wollen neue Märkte erschließen und haben dazu in Russland und Indien die Weichen schon gestellt.“

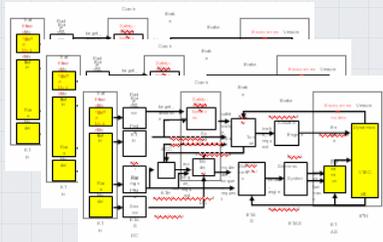
Von Variabilität betroffene Artefakte

Hersteller

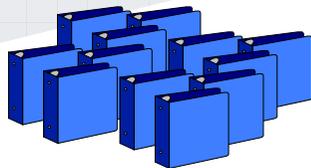
Lastenhefte



Funktionsmodelle

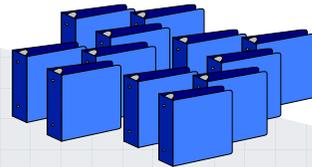


Testmodelle

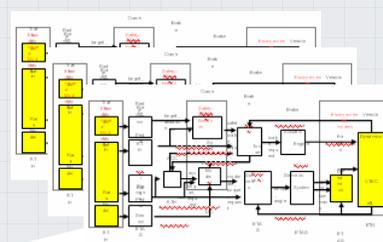


Zulieferer

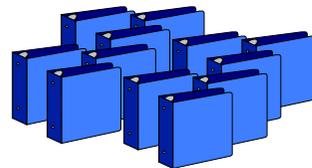
Pflichtenhefte



Impl.-modelle, Code



Testmodelle



Steuergeräte



Hersteller



Anforderungen an einen Lösungsansatz

- **explizite Darstellung komplexer Systemstrukturen**
- **Unterstützung von variablen und invariablen Strukturen**
- **systematische Wiederverwendung in komplexen Produktlinienstrukturen**
- **Nachvollziehbarkeit von Entwicklungsentscheidungen**
- **(teil-)automatisierte Verfolgung von Auswirkungen von Änderungsentscheidungen**
- **Anwendbarkeit auf unterschiedliche Artefaktstrukturen und Prozessschritte**

Agenda

- Vorstellung Carmeq
- Herausforderungen
- Methodischer Ansatz
- Werkzeugunterstützung

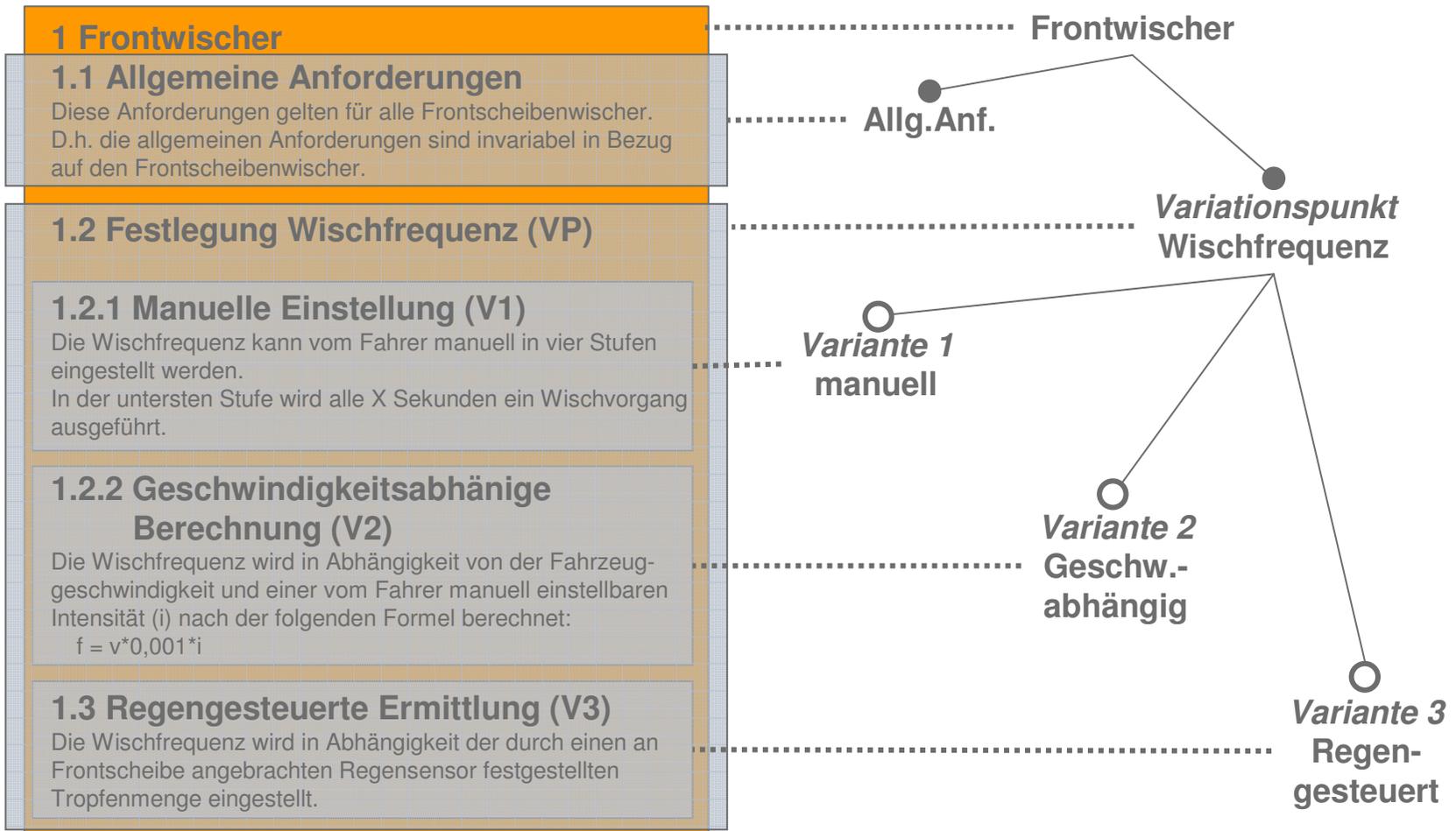


Überblick Lösungsansatz

- **Modellierung der „internen“ Variabilität der Entwicklungsartefakte**
- **einheitliche Modellierung der „externen“ Variabilität der Entwicklungsartefakte**
- **Modellierung von strategischen Entwicklungsentscheidungen für Entwicklungsartefakte durch Product-Sets (Strategisches Modell)**
- **Modellierung von Entwicklungsentscheidungen innerhalb eines Entwicklungsprojekts auf Basis des Strategischen Modells**
- **Modellierung und das Management von mehrstufig organisierten Produktlinien mit komplexen Rückflüssen vom Domain Engineering in das Application Engineering durch das Multi-Level Konzept**

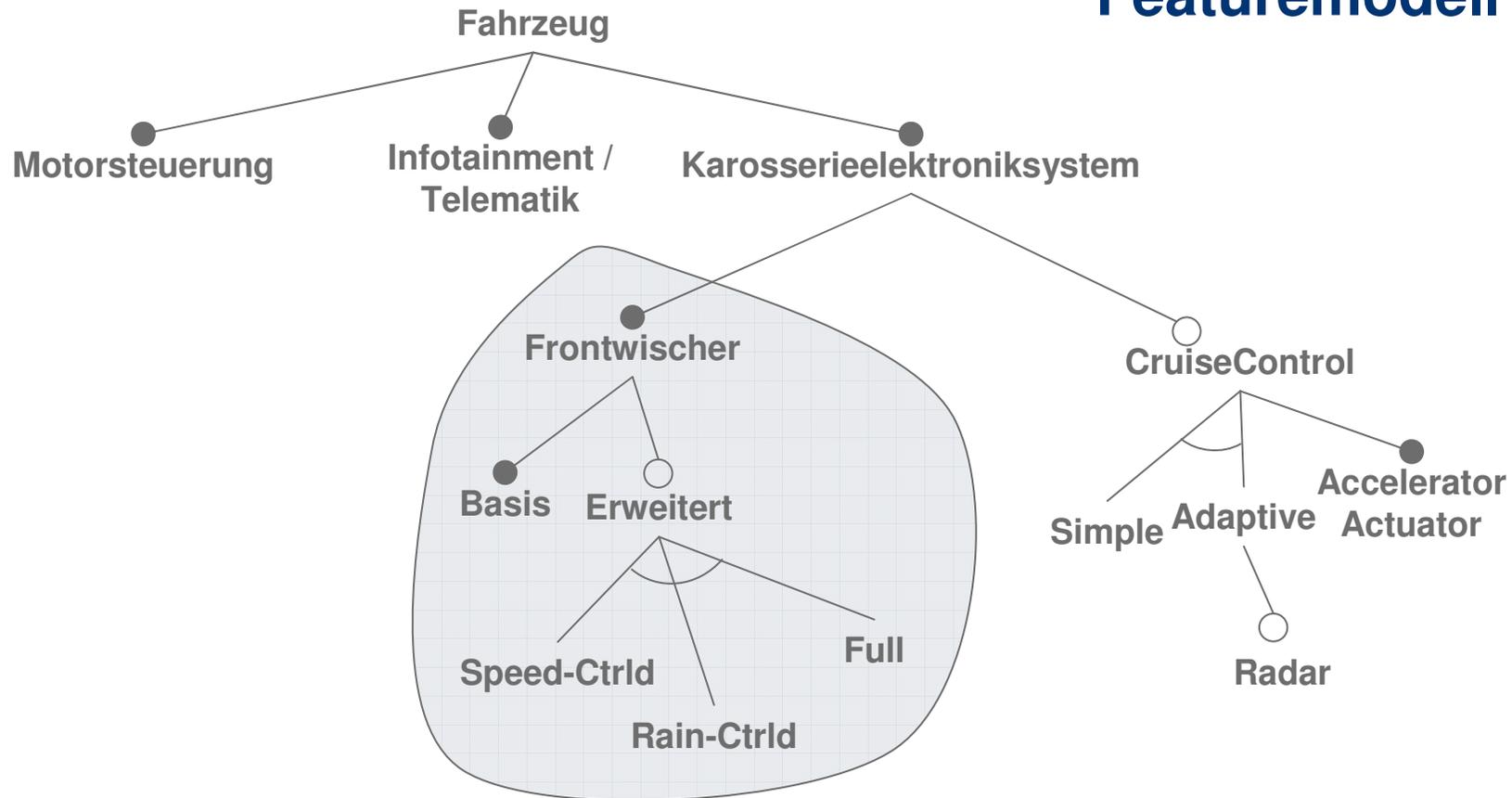
Modellierung der Internen Variabilität

▪ Beispiel Anforderungen in einer Funktionsspezifikation

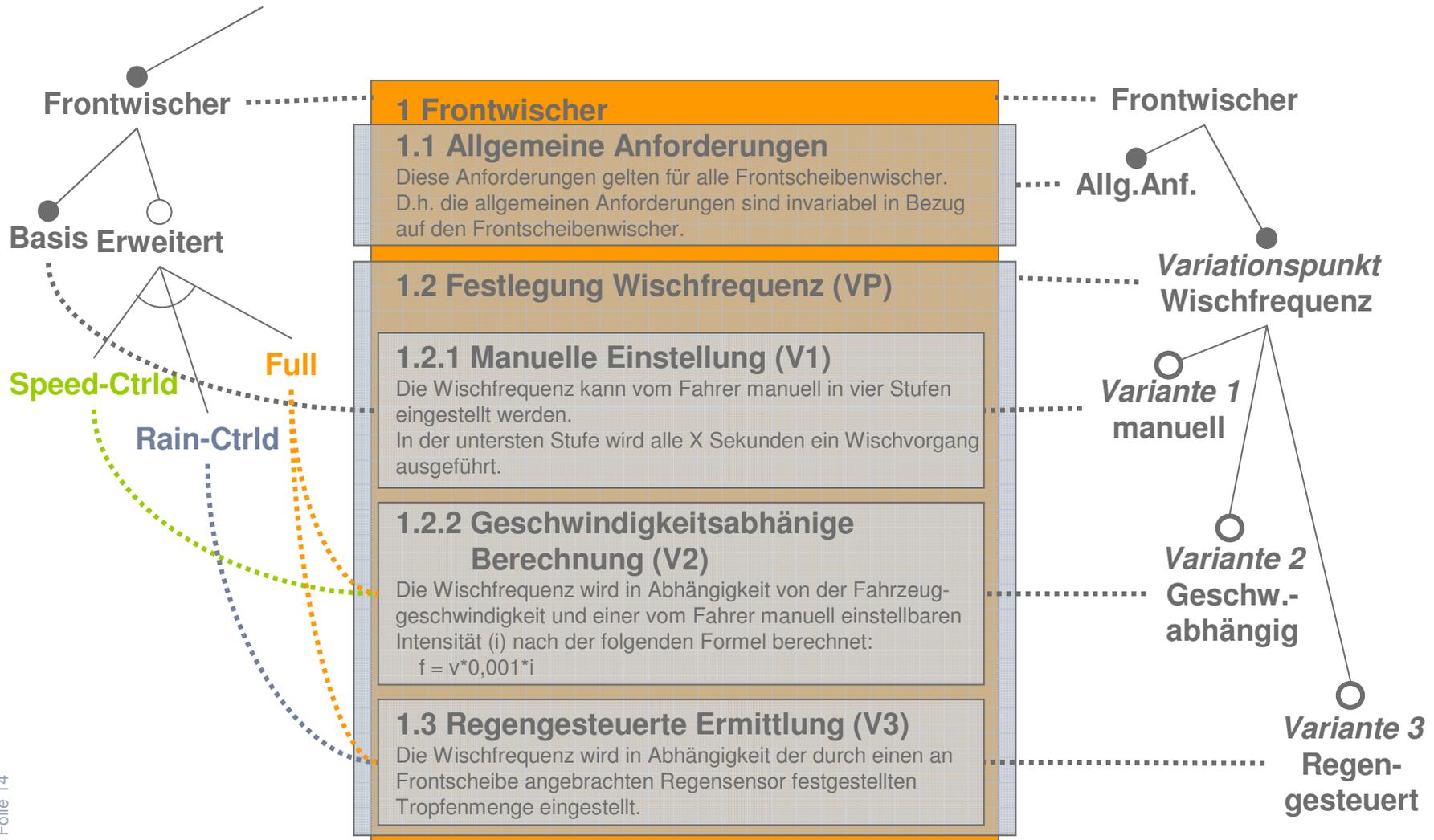


Modellierung der Externen Variabilität

Featuremodell



Verknüpfung Externe und Interne Variabilität



Basismechanismus Entwicklungsentscheidungen



- Verknüpfung beliebiger Entwicklungselemente mit einer Produktmenge
- Dokumentation von Entwicklungsentscheidungen auf allen Ebenen
- für jede Entscheidung explizite Begründung

Bildung von Produktmengen (Product Sets)

- **Basis sind Kriterien der Produkte und deren Ausprägungen**
 - Markt (USA, EU, JP), Ausstattung (High, Mid, Low), Aufbau (Limo, Cabrio), etc.
- **Kombination von Ausprägungen definieren Produktmenge (Product Set)**

{USA}

- alle Produkte in den USA

{Cabrio}, {USA}

- alle Cabrios in den USA

{Cabrio}, {USA, JP}

- alle Cabrios in den USA und Japan

{Cabrio, Limo}, {USA, JP}

- alle Cabrios und Limousinen in den USA und Japan

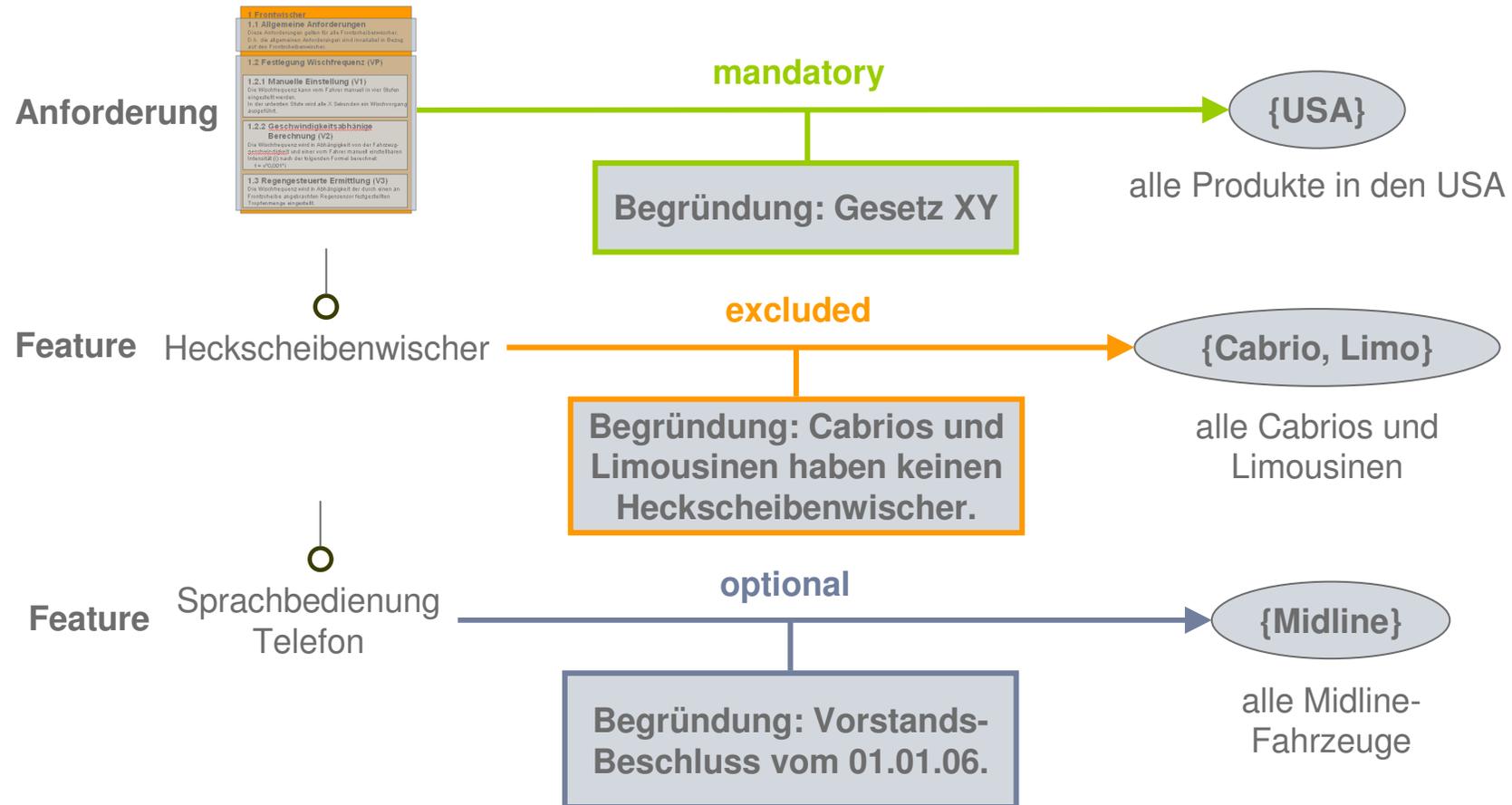
{{Cabrio}, {USA}},
{{Limo}, {JP}}

- alle Cabrios in den USA und alle Limousinen in Japan

Entwicklungsentscheidungen

Entwicklungselemente

Product Sets

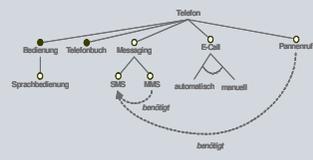


Strategisches Modell und Entwicklungsprojekte

Strategisches Modell (Domain Engineering)

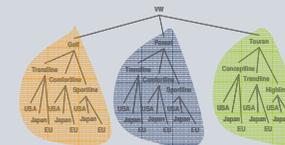


Entwicklungsartefakte



Produktlinie	
1.1	Allgemeine Anforderungen Die Anforderungen gelten für alle Produktlinien. D.h. alle abstrakten Anforderungen sind in dieser Ebene zu realisieren.
1.2	Festlegung Wochtfrequenz (VF)
1.2.1	Manuelle Einstellung (V1) Die Wochtfrequenz kann von Fahrer manuell in vier Stufen eingestellt werden. In der ersten Stufe werden alle Funktionen von Wochtfrequenz angefordert.
1.2.2	Geschwindigkeitsabhängige Berechnung (V2) Die Wochtfrequenz wird in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit von vier Stufen abhängig ermittelbar. Minimale Schrittweite: 10 km/h. V1 < V2 < V3
1.3	Regengeteilte Ermittlung (V3) Die Wochtfrequenz wird in Abhängigkeit von Regenstärke von vier Stufen abhängig ermittelbar. Minimale Schrittweite: 1 mm/h. V1 < V2 < V3

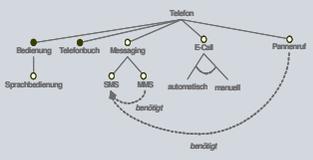
Produktlinien-Modell



Entwicklungsprojekt (Application Engineering)

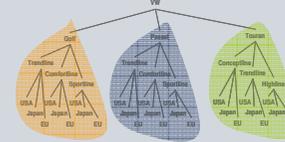


Entwicklungsartefakte



Produktlinie	
1.1	Allgemeine Anforderungen Die Anforderungen gelten für alle Produktlinien. D.h. alle abstrakten Anforderungen sind in dieser Ebene zu realisieren.
1.2	Festlegung Wochtfrequenz (VF)
1.2.1	Manuelle Einstellung (V1) Die Wochtfrequenz kann von Fahrer manuell in vier Stufen eingestellt werden. In der ersten Stufe werden alle Funktionen von Wochtfrequenz angefordert.
1.2.2	Geschwindigkeitsabhängige Berechnung (V2) Die Wochtfrequenz wird in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit von vier Stufen abhängig ermittelbar. Minimale Schrittweite: 10 km/h. V1 < V2 < V3
1.3	Regengeteilte Ermittlung (V3) Die Wochtfrequenz wird in Abhängigkeit von Regenstärke von vier Stufen abhängig ermittelbar. Minimale Schrittweite: 1 mm/h. V1 < V2 < V3

(Teil-)Produktlinien-Modell



Management von komplexen Produktlinien mit dem Multi-Level Konzept

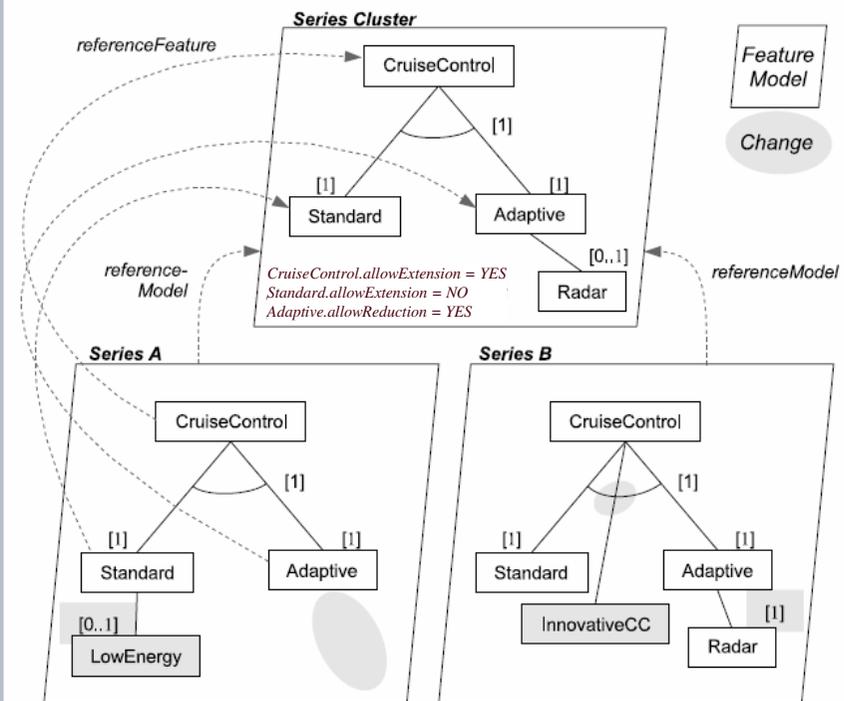
Ziele / Nutzen

- ⇒ Verwaltung der plattformübergreifenden bidirektionalen Wiederverwendung
 - ⇒ Referenzartefakte (Vorgaben)
 - ⇒ Referenzierende Artefakte (konkrete Umsetzung)
- ⇒ Spezifikation von erlaubten Abweichungen
- ⇒ Analyse der tatsächlichen Abweichungen
 - ⇒ erlaubt / unerlaubt

Wiederverwendungsszenarien

- ⇒ Aufsetzen neuer Plattformen
- ⇒ Bottom-Up: Plattformspezifische Lösung wird in plattformübergreifenden Baum übernommen
- ⇒ Top-Down: Innovation wird in Plattformen schrittweise übernommen
- ⇒ Zusammenführen alternativer Lösungen
- ⇒ Mischformen

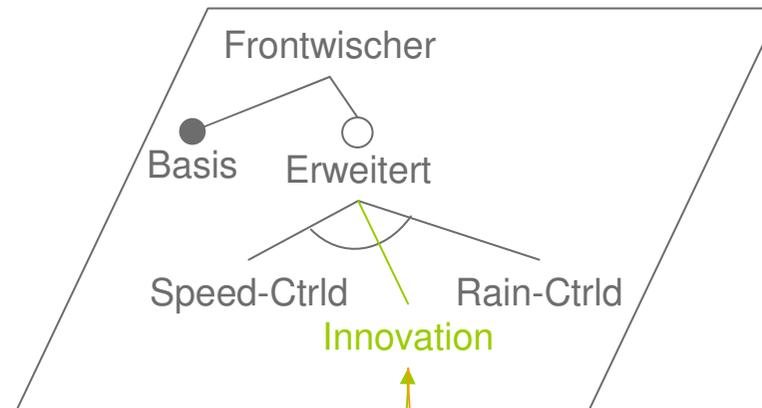
Prinzipdarstellung



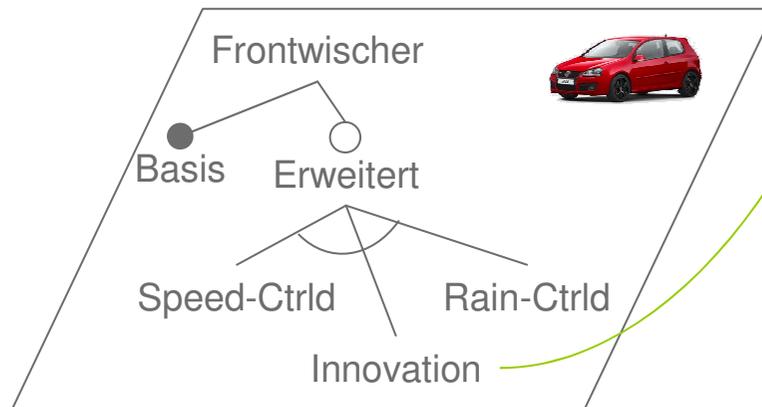
Featurebäume mit einem plattformübergreifendem Referenzbaum und zwei plattformspezifischen referenzierenden Bäumen

Bottom-Up Wiederverwendung

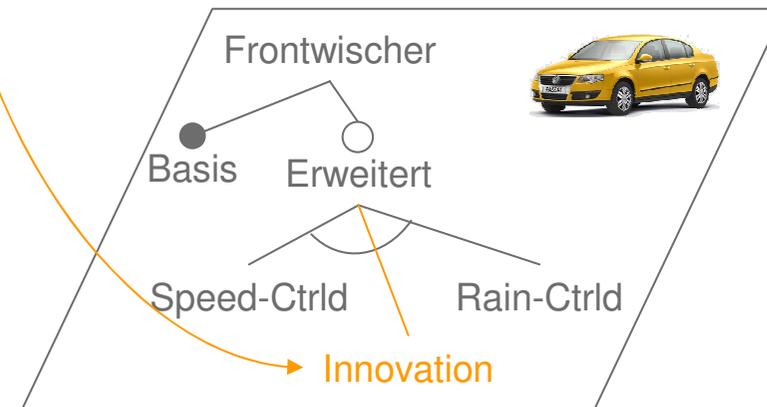
Referenzmodell



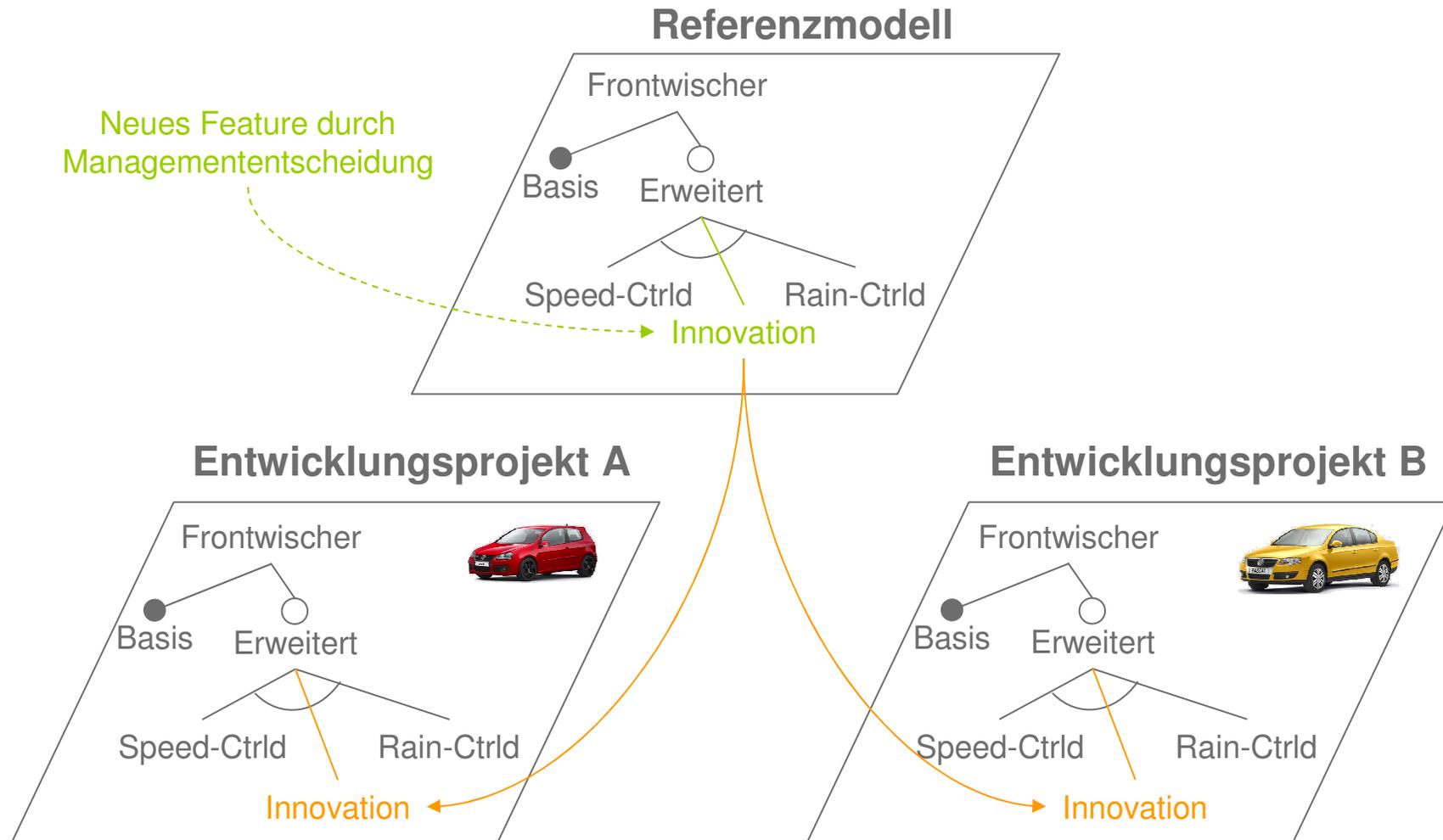
Entwicklungsprojekt A



Entwicklungsprojekt B



Top-Down Wiederverwendung

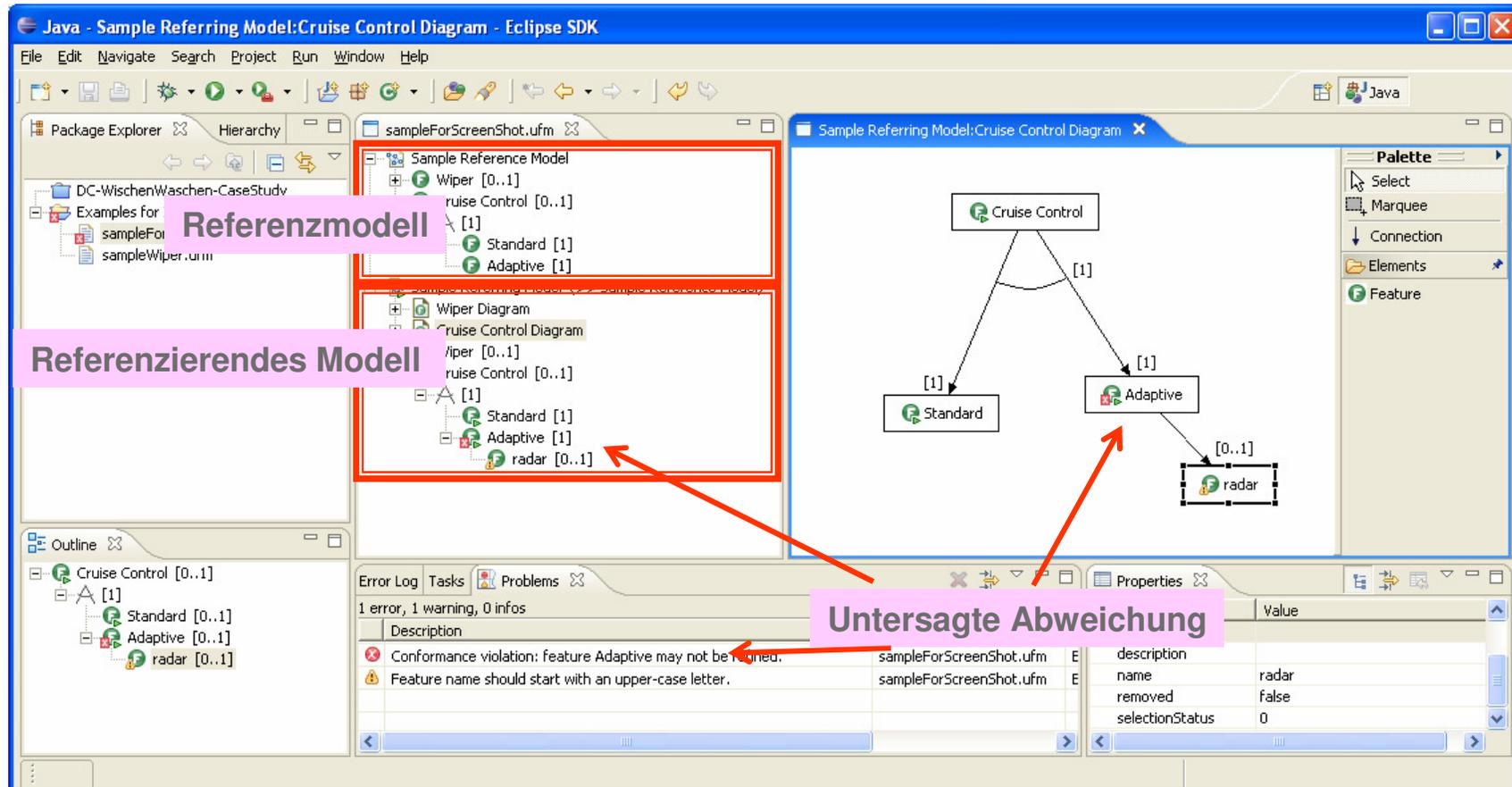


Agenda

- Vorstellung Carmeq
- Herausforderungen
- **Methodischer Ansatz**
- Werkzeugunterstützung



Multi-Level Konzept für Featuremodelle



Referenzmodell

Referenzierendes Modell

Verbotene Abweichung

Description	Sample	Severity	Value
Conformance violation: feature Adaptive may not be removed.	sampleForScreenShot.ufm	E	description
Feature name should start with an upper-case letter.	sampleForScreenShot.ufm	E	name radar
			removed false
			selectionStatus 0

prototypisches Werkzeug

Multi-Level Konzept für Anforderungen

ID	e.g. part of a functional requirements library	Attribute 1	SyncB: Deviation Permissions
15	1 Funktionsbibliothek	val1	
11	1.1 Wisch-Wasch	val1	
1	1.1.1 Frontwischer	val1	extendable movable
4	1.1.1.1 Beschreibung	val1	extendable reducible
2	Folgende Wischerfunktionen werden berücksichtigt: • Tippwischen • Wischerstufe 1 • Wischerstufe 2 • ...	val1	attributes changeable
6	1.1.1.2 Eingänge	val1	reducible
7	Frontwischer_ein	val1	
8	1.1.1.3 Ausgänge	val1	
16	us_signal	val1 val2	
9	so_LsMaster	val1	
10	1.1.1.4 Verarbeitung	val1	extendable reducible reorderable
3	Die Schalterstellungen des Wischerbedienhebels am Lenkstockschalter	val1	

Konformitätsprüfung

Synchronisation

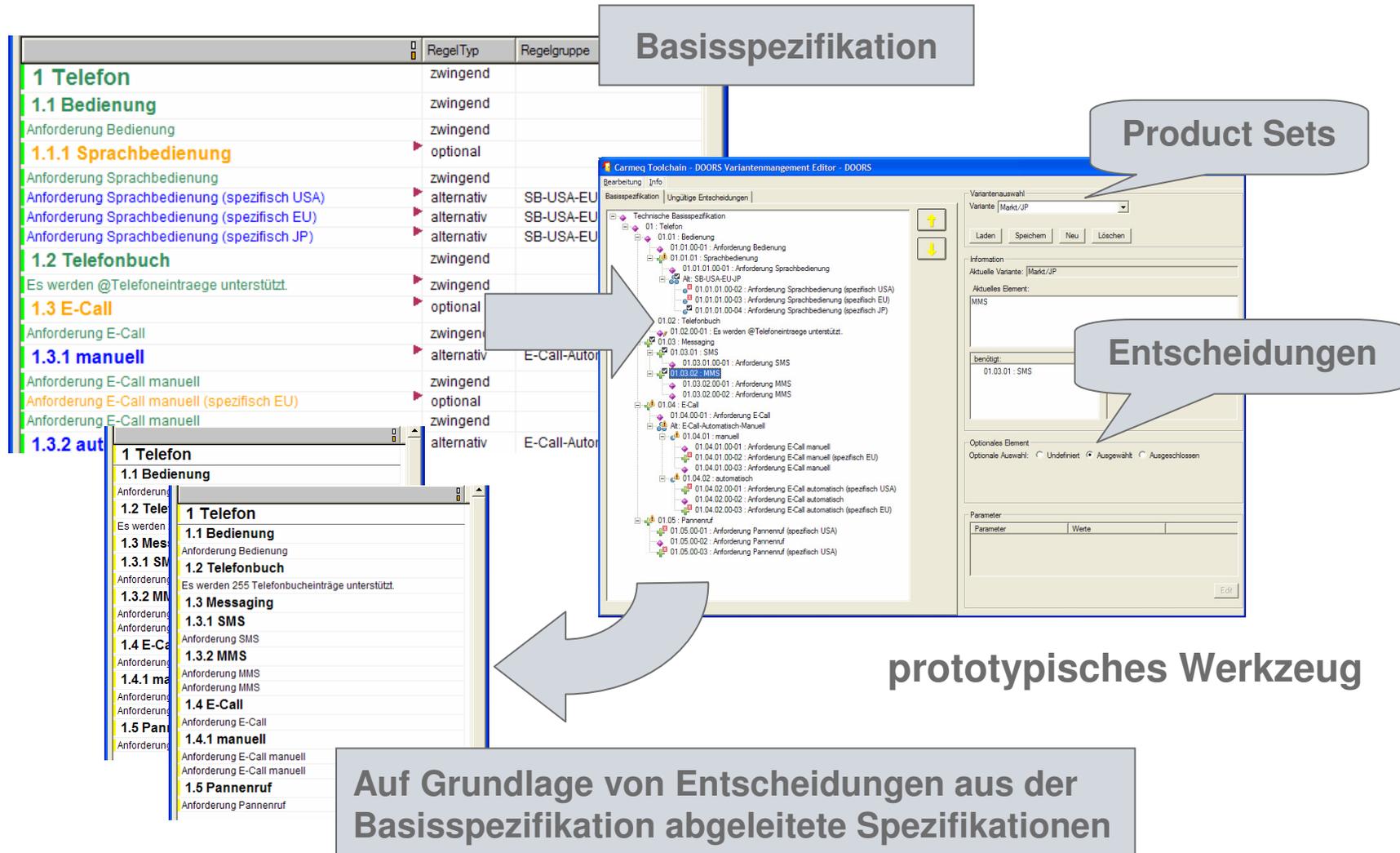
ID	e.g. part of a concrete project specification	Attribute 1	Attribute 2	SyncB: Spec 1: Conformance	SyncB: Spec 1: Next
15	1 Wisch-Wasch Fzg xy	val1	val2	no reference defined	
1	1.1 Frontwischer	val1	val2	illegitimate reordering legitimate move	restore order
9	1.1.1 Beschreibung	val1	val2	full conformance	
4	Folgende Wischerfunktionen werden berücksichtigt: • Tippwischen • Wischerstufe 1 • Wischerstufe 2 • ...	val1 val2	val2	legitimate attribute change full conformance	
11	1.1.2 Ausgänge	val1	val2	illegitimate reduction	restore reductions
3	so_LsMaster	val1	val2	full conformance	
10	1.1.3 Eingänge Normal	val1	val2	illegitimate attribute change	restore attributes
2	Frontwischer_ein	val1	val2	full conformance	
12	1.1.4 Verarbeitung	val1	val2	full conformance	
13	Die Schalterstellungen des Wischerbedienhebels am Lenkstockschalter	val1	val2	illegitimate attribute change	restore attributes

Plattformübergreifende
Referenzbibliothek

Plattformspezifische
referenzierende Spezifikation

prototypisches Werkzeug

Entwicklungsentscheidungen für Product Sets



Zusammenfassung

- **Ansatz ist sehr flexibel, anwendbar**
 - in unterschiedlichen Entwicklungsphasen
 - für unterschiedliche Artefaktstrukturen
 - in verschiedenen Entwicklungsprozessen

- **Abbildung komplexer Systemstrukturen möglich**

- **Abbildung variabler und invariabler Strukturen werden unterstützt**

- **dokumentierte und nachvollziehbare Entwicklungsentscheidungen**

- **Unterstützung von Wiederverwendung in komplexen Produktlinienstrukturen**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Carmeq GmbH
Carnotstr. 4
D-10587 Berlin
www.carmeq.com

Martin Becker
Tel. +49-30-39 83 537-163
Email: martin.becker@carmeq.com

Dr. Mattias Weber
Tel. +49-30-39 83 537-230
Email: matthias.weber@carmeq.com

Thomas Wierczoch
Tel. +49-30-39 83 537-229
Email: thomas.wierczoch@carmeq.com