

# Featuremodellbasiertes und kombinatorisches Testen von Software-Produktlinien



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

**Sebastian Oster, Philipp Ritter, Andy Schürr**



ES Real-Time Systems Lab

Prof. Dr. rer. nat. Andy Schürr

Dept. of Electrical Engineering and Information Technology

Dept. of Computer Science (adjunct Professor)

**Sebastian Oster**

oster@es.tu-darmstadt.de

Tel.+49 6151/16-3776

[www.es.tu-darmstadt.de](http://www.es.tu-darmstadt.de)

# Produktlinien

**R-Klasse**

Startseite

Produktinformationen >

Ihre Konfiguration

(Euro)

> Motor ändern  
R 300 SUV-Tourer 48.909,00

> Sondermodell und Pakete wählen  
Preis 0,00

> Farben und Felgen ändern  
Calotweiß, Leichtmetallräder  
4fach 5-Doppelspeichen-  
Design, 18" 0,00

> Polster ändern  
Ledermachbildung  
ARTICO/Stoff schwarz 0,00


> Ausstattungen wählen  
Preis 0,00

> Zusammenfassung

**Kaufpreis ab Werk 48.909,00**

speichern  
gespeicherte Fahrzeuge

> Händlersuche  
> Neufahrzeugsuche  
> Konfigurationsvergleich











Die Abbildungen können nicht gewählte Sonderausstattungen zeigen.

Räder/Fahrwerk

Sonderausstattung  Serienausstattung

**Räder und Fahrwerk**

<input type="checkbox"/> Radsicherungssatz für Leichtmetallräder		47,60 Euro
<input type="checkbox"/> Reifen mit Notlaufeigenschaften		416,50 Euro
<input type="checkbox"/> Reifendruckkontrolle (RDK)		362,95 Euro
<input checked="" type="radio"/> AMG Leichtmetallräder 4fach 5-Speichen-Design, glanzgedreht, 20" (S)		0,00 Euro
<input type="radio"/> AMG Leichtmetallräder 4fach 5-Speichen-Design, in Sterlingsilber lackiert, 21"		3.552,15 Euro
<input type="radio"/> Leichtmetallräder 4fach 10-Speichen-Design, 18"		339,15 Euro
<input type="radio"/> Leichtmetallräder 4fach 5-Speichen-Design, 19"		0,00 Euro
<input type="radio"/> Leichtmetallräder 4fach 5-Doppelspeichen-Design, 18"		0,00 Euro
<input type="radio"/> Leichtmetallräder 5-Speichen-Design, 19"		815,15 Euro
<input checked="" type="radio"/> TIREFIT mit elektrischer Luftpumpe (S)		0,00 Euro
<input type="radio"/> Faltrad anstelle Reifendichtmittel TIREFIT		83,30 Euro
<input checked="" type="radio"/> Stahlfederung rundum (S)		0,00 Euro
<input type="radio"/> AIRMATIC-Paket		1.999,20 Euro

**Motor wählen**

Diesel  Benzin (Super, Super Plus)  Alle

**Diesel**

<input type="radio"/> R 300 CDI BlueEFFICIENCY SUV-Tourer	6 Zylinder	140 kW (190 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC
<input type="radio"/> R 300 CDI 4MATIC SUV-Tourer	6 Zylinder	140 kW (190 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC
<input type="radio"/> R 350 CDI 4MATIC SUV-Tourer	6 Zylinder	165 kW (224 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC
<input type="radio"/> R 300 CDI SUV-Tourer (langer Radstand)	6 Zylinder	140 kW (190 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC
<input type="radio"/> R 350 CDI 4MATIC SUV-Tourer (langer Radstand)	6 Zylinder	165 kW (224 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC
<input type="radio"/> R 350 BlueTEC 4MATIC SUV-Tourer (langer Radstand)	6 Zylinder	155 kW (211 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC

**Benzin (Super, Super Plus)**

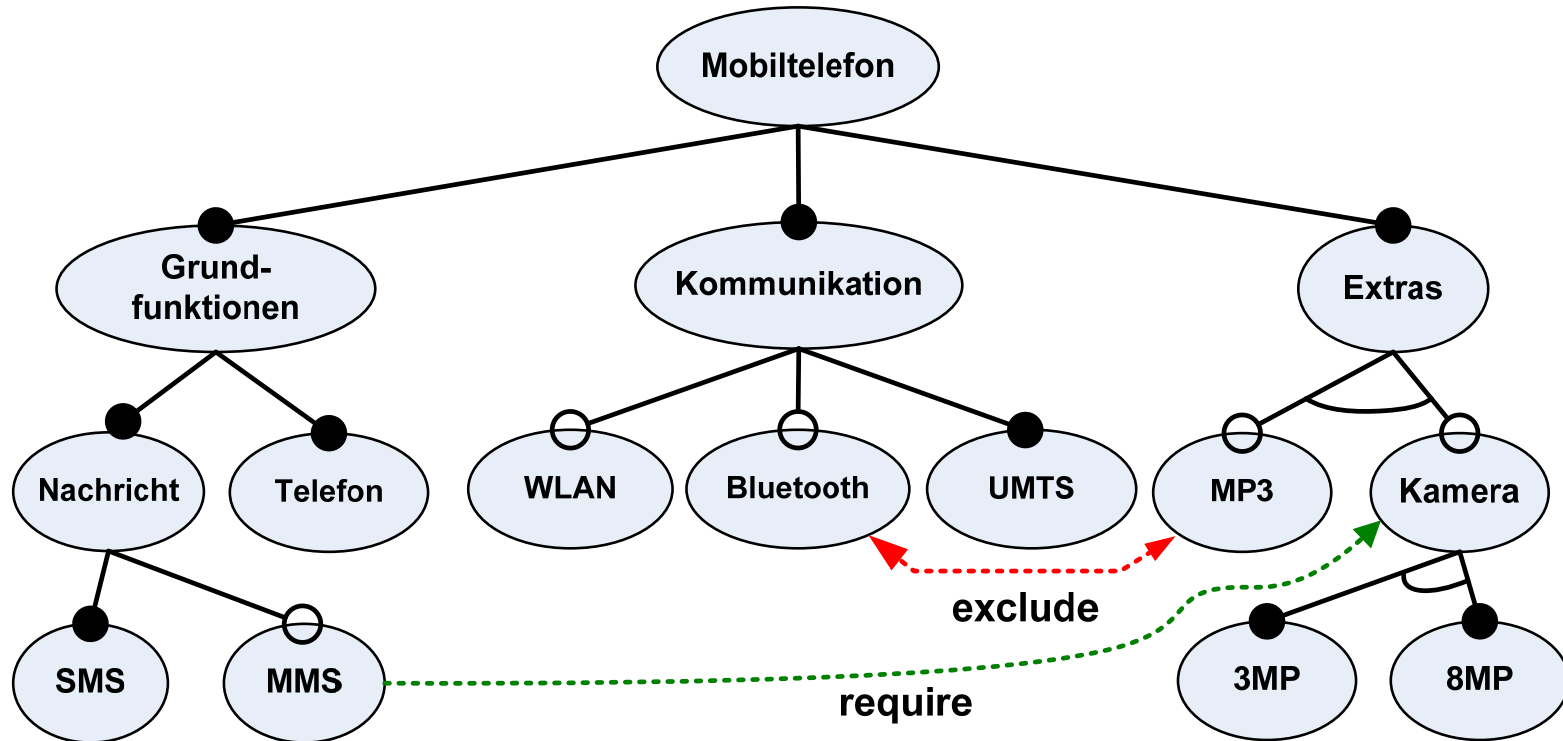
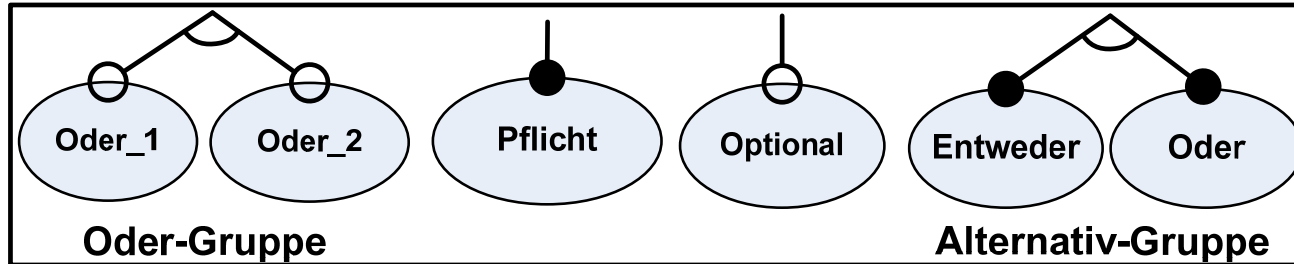
<input checked="" type="radio"/> R 300 SUV-Tourer	6 Zylinder	170 kW (231 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC
<input type="radio"/> R 350 SUV-Tourer	6 Zylinder	200 kW (272 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC
<input type="radio"/> R 350 4MATIC SUV-Tourer	6 Zylinder	200 kW (272 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC
<input type="radio"/> R 500 4MATIC SUV-Tourer	8 Zylinder	285 kW (388 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC
<input type="radio"/> R 300 SUV-Tourer (langer Radstand)	6 Zylinder	170 kW (231 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC
<input type="radio"/> R 350 SUV-Tourer (langer Radstand)	6 Zylinder	200 kW (272 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC
<input type="radio"/> R 350 4MATIC SUV-Tourer (langer Radstand)	6 Zylinder	200 kW (272 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC
<input type="radio"/> R 500 4MATIC SUV-Tourer (langer Radstand)	8 Zylinder	285 kW (388 PS)	Automatikgetriebe 7G-TRONIC



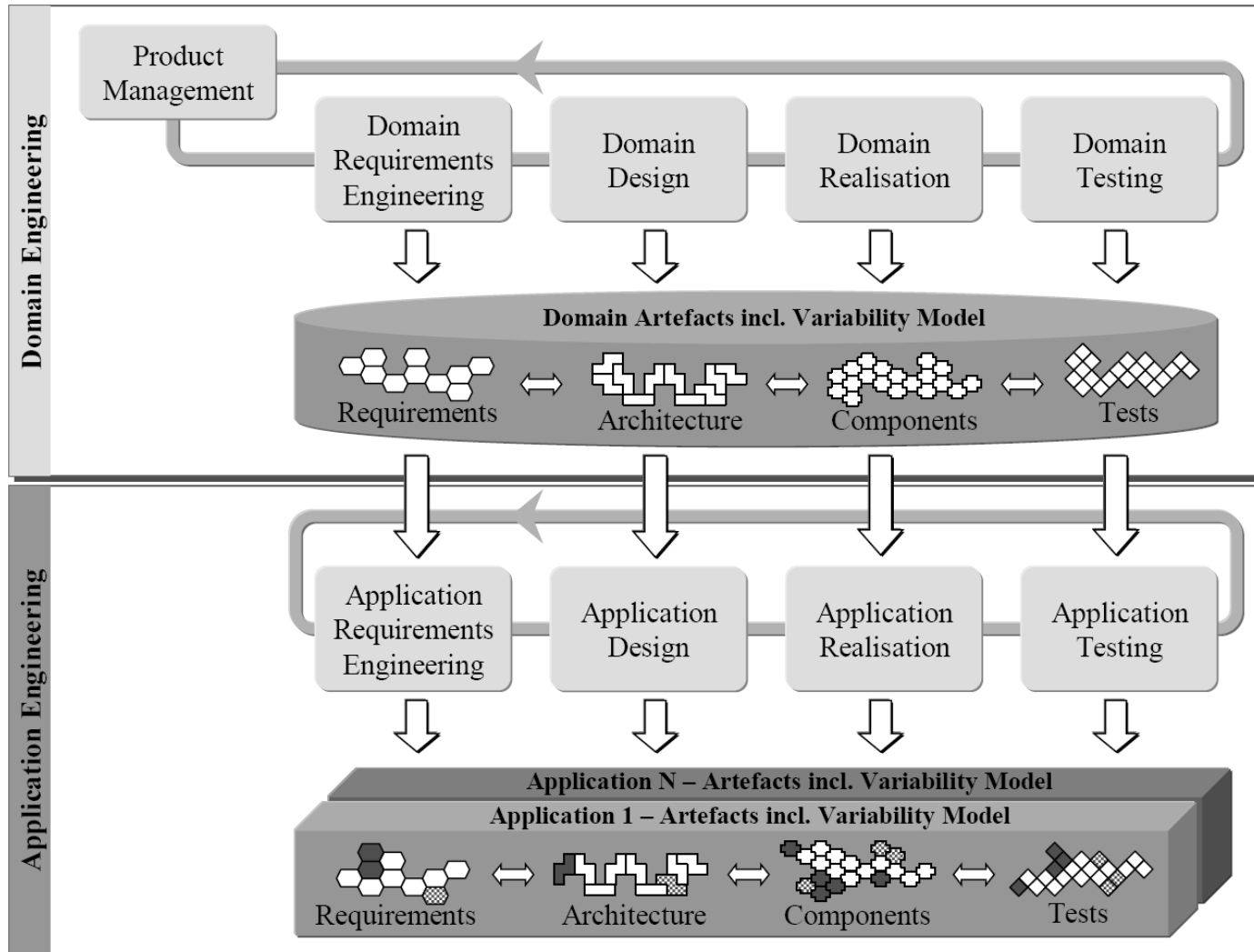
- Software-Produktlinien (SPL)-Entwicklung - ein Prozess um Software Produkte zu implementieren, die sich gemeinsame Features teilen
- Vorteile von SPL gegenüber Einzelsystem-Entwicklung
  - Kostenersparnis
  - Kürzere Time-to-Market
  - Geringere Wartungskosten
- systematische Wiederverwendung von Software Artefakten (Anforderungen, Features, Komponenten etc.)
- Wir erinnern uns an das Compiler-Beispiel aus dem Keynote-Vortrag von Prof. Nagl



# Handy-SPL



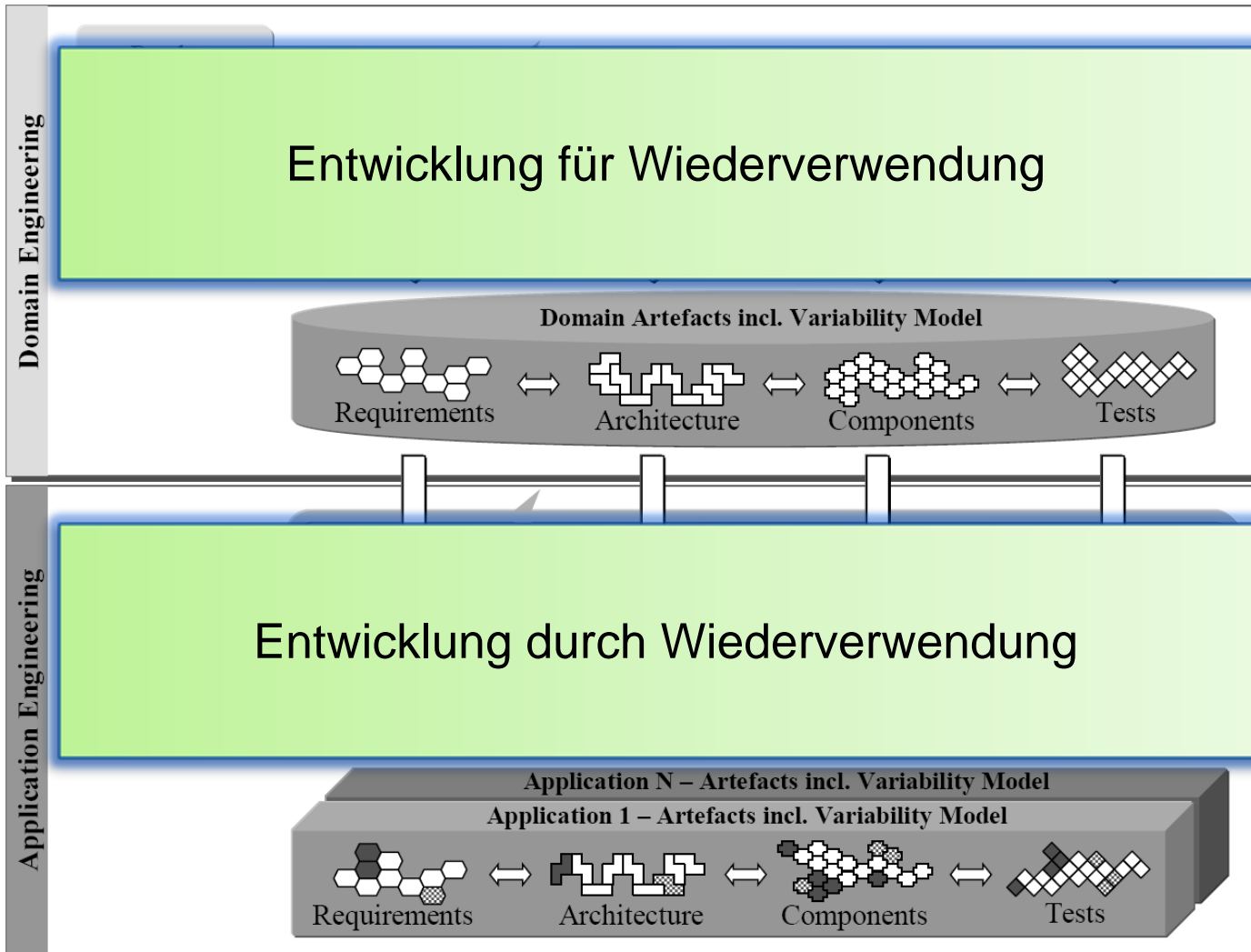
# Software-Produktlinien Entwicklungsprozess



Quelle:  
[Pohl2005]



# Software-Produktlinien Entwicklungsprozess



Quelle:  
[Pohl2005]





# Fehler durch Wiederverwendung



- Beispiel: Die Ariane 5 Trägerrakete
- Fehler bei der Wiederverwendung (Ariane 4 → Ariane 5)
- 64 Bit Variable eines Sensors in einen 16 Bit Wert umgerechnet
- Höheres Gewicht der Ariane 5 im Vergleich zur Ariane 4 → Sensor-Messwert sprengte die 16 Bit



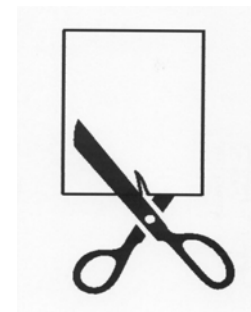


# Aktuelle Ansätze

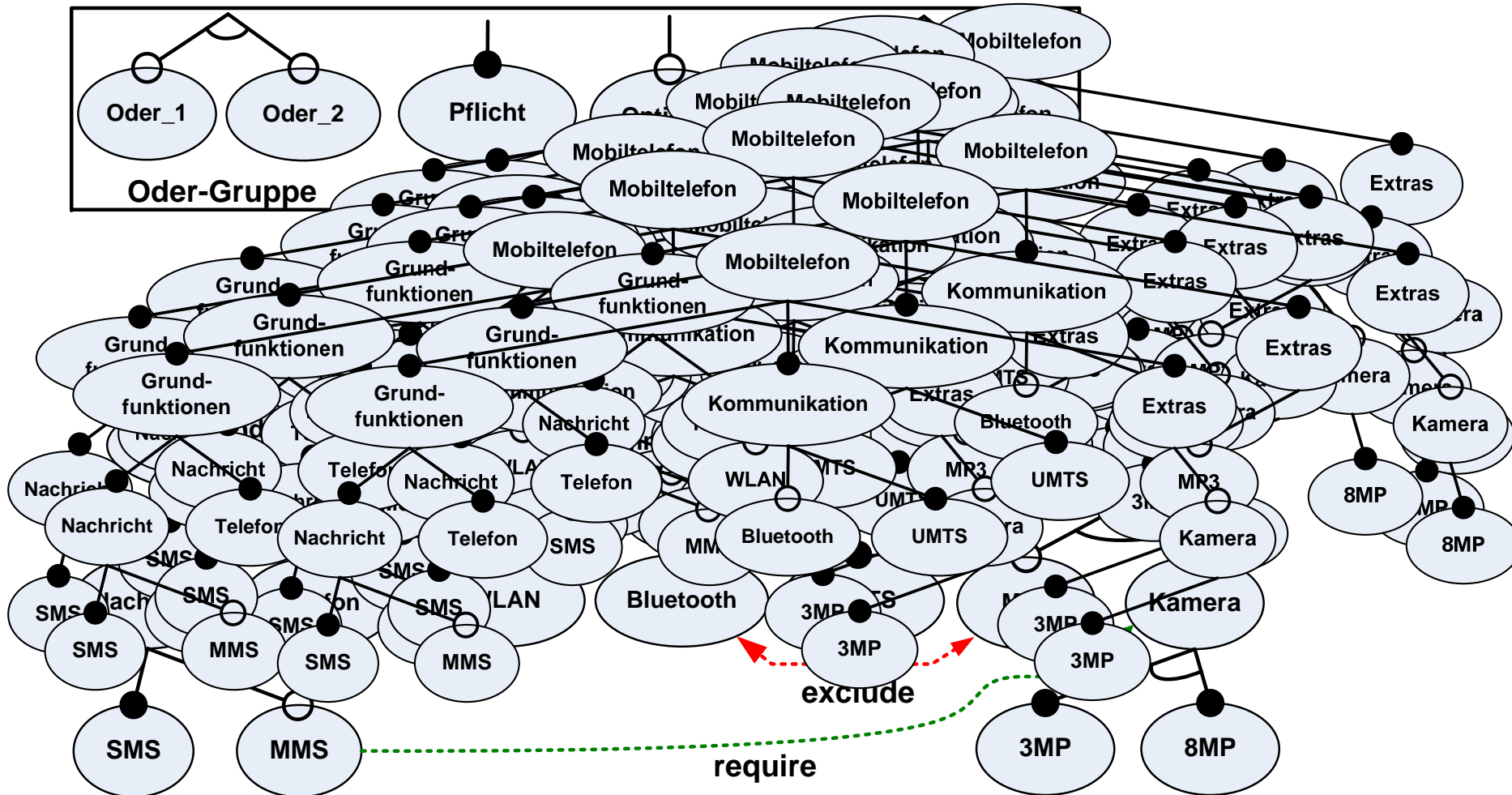


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Kontra-SPL-Philosophie
  - Keine Wiederverwendung
  - Individueller Produkt Test
- Wiederverwendungs-Techniken
  - Regression
  - Modellbasierte Ansätze
- Subset Test
  - Repräsentative Teilmenge
  - Kombinatorisches Testen



# Produkte der Handy-SPL



# Was tun?

- Testen aller Instanzen nicht möglich
- Tester hat nur ein begrenztes Zeitfenster
- Testen einer repräsentativen Teilmenge?
  - → NP-vollständig
- Kombinatorisches Testen?
  - Ja, aber wie?
  - Abdeckung?

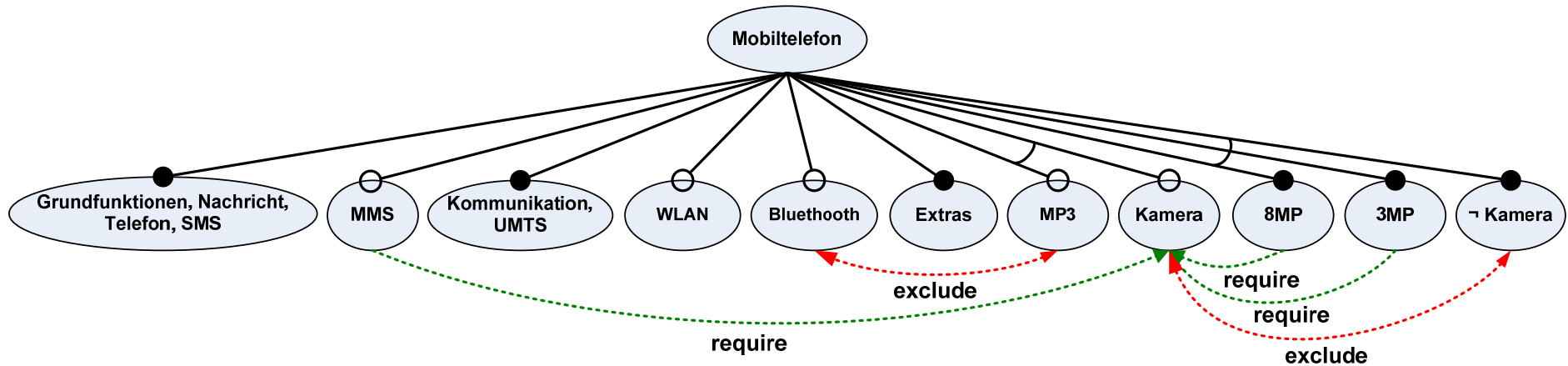


# Anforderung für die Anwendung von kombinatorischen Testen

1. Entweder müssen Algorithmen angepasst werden, um die komplexe Struktur eines Featuremodells verarbeiten zu können
  2. Oder das Featuremodell muss angepasst werden, so dass kombinatorische Algorithmen dieses als Input verarbeiten können
    - Wir kombinieren beide Ansätze
- ➔ Paarweise Kombination von Features
- ➔ Generierung einer möglichst geringen Menge von Produkten, die diese Paar beinhalten



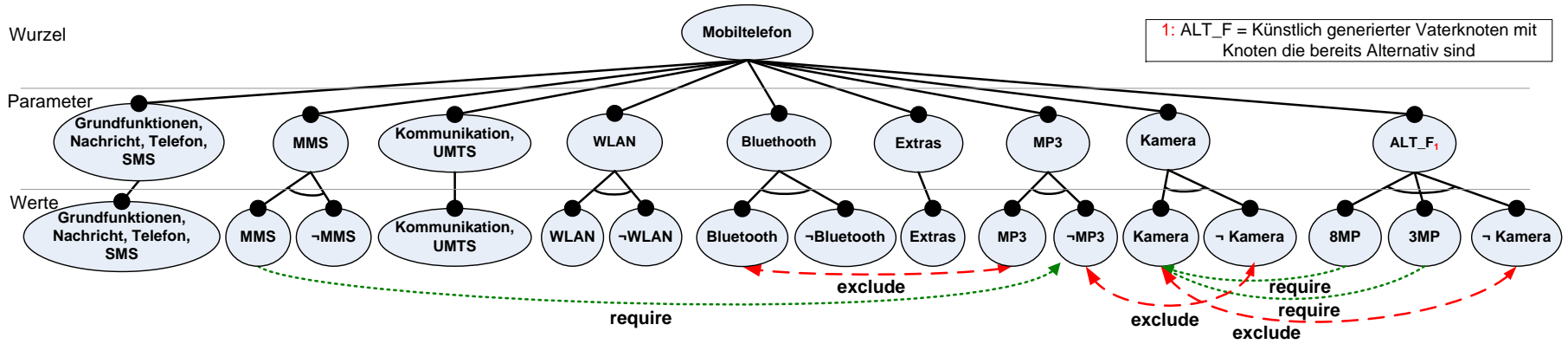
# Werte der Features extrahieren



Wurzel

Parameter

Werte

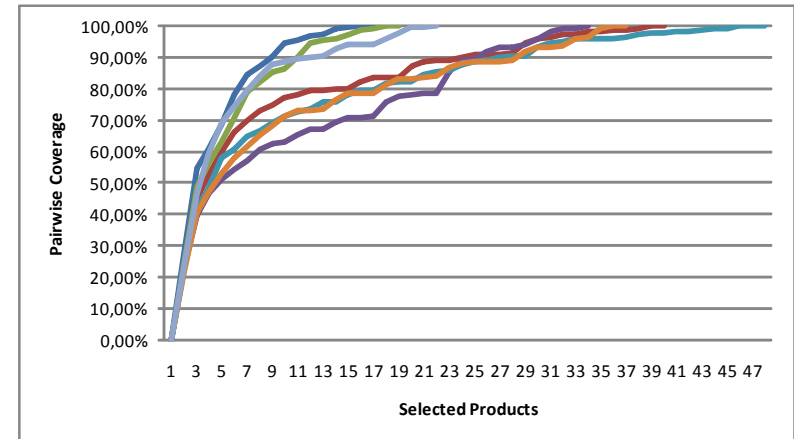
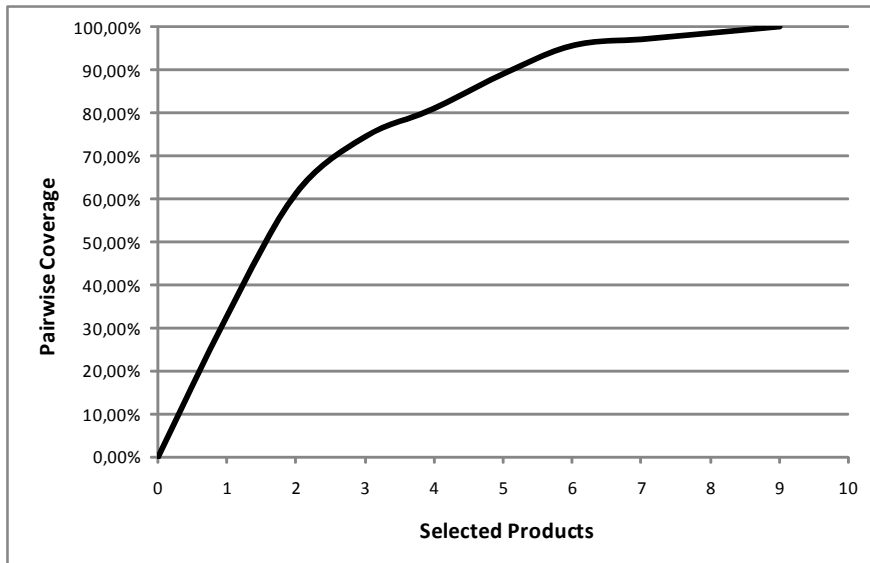


# Produktinstanzen als Ergebnis

- Produktinstanzen realisieren eine vollständige Abdeckung paarweiser Featurekombination

G,N,T,S	Ko,UMTS	Extras	MMS	WLAN	BT	MP3	Kamera	ALF_F
G,N,T,S	Ko,UMTS	Extras	MMS	WLAN	BT	¬MP3	Kamera	8MP
G,N,T,S	Ko,UMTS	Extras	¬MMS	¬WLAN	¬BT	MP3	¬Kamera	¬Kamera
G,N,T,S	Ko,UMTS	Extras	¬MMS	WLAN	¬BT	¬MP3	Kamera	3MP
G,N,T,S	Ko,UMTS	Extras	MMS	¬WLAN	¬BT	MP3	Kamera	3MP
G,N,T,S	Ko,UMTS	Extras	¬MMS	¬WLAN	BT	¬MP3	Kamera	8MP
G,N,T,S	Ko,UMTS	Extras	¬MMS	WLAN	¬BT	MP3	¬Kamera	¬Kamera
G,N,T,S	Ko,UMTS	Extras	¬MMS	WLAN	BT	¬MP3	Kamera	3MP
G,N,T,S	Ko,UMTS	Extras	¬MMS	WLAN	¬BT	MP3	Kamera	8MP

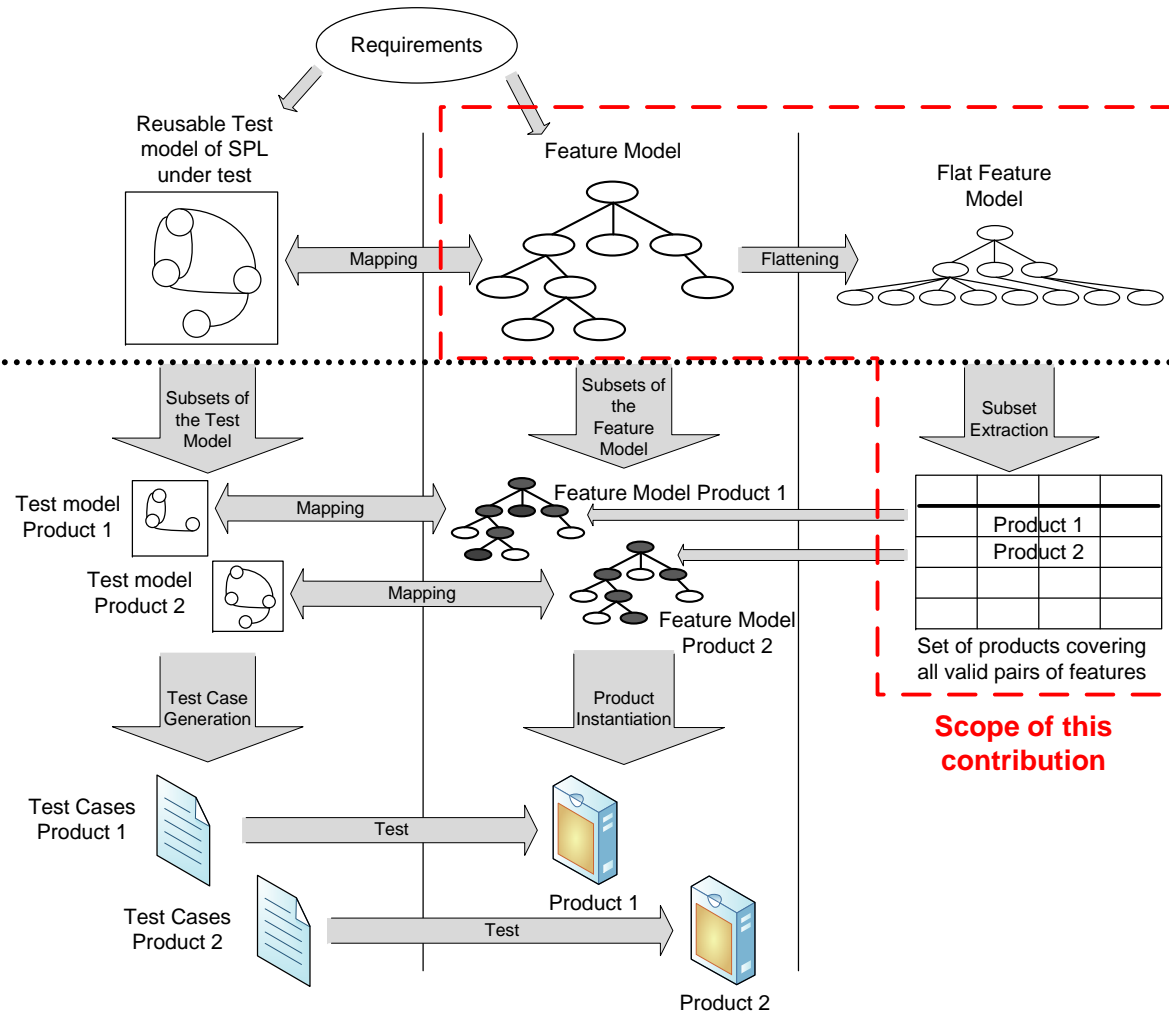




# MoSo-PoLiTe Konzept

Domain  
Engineering

Application  
Engineering



- Kombinatorisches Testen als „sneak preview“
- Mögliche Anwendung auf Featuremodelle
- Graphtransformation, binärer Constraint Solver und Forward Checking
- Abhängigkeit: Was sind Features im System?
- Tatsächliche Abdeckung/Eignung für SPLs muss für tatsächliche Industrie SPLs überprüft werden



# Aktuelle „Hot-Topics“

- Testen einer repräsentativen Menge
- Regressionstests
- Test / Qualitätssicherung integriert in Modelltransformation
- Qualitätsmaße



# Zu erwähnen:

Buch: **Model-Based Software Product Lines Testing Survey**", in: J.Zander, I. Schieferdecker, P. Mosterman (eds.): Model-based Testing for Embedded Systems, CRC Press/Taylor & Francis, 2010



**Plattform für S & H Qualitätssicherung an der TU Darmstadt**

**Bisherige Projekte:**

- Testen von Produktlinien
- Anforderungsanalyse
- Modellbasiertes Testen
- Hardware-Verifikation

[www.sharq.tu-darmstadt.de](http://www.sharq.tu-darmstadt.de)

**Prof. Dr. Andy Schürr**



Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit.



ES Real-Time Systems Lab

Dipl-Inform. Sebastian Oster

Dept. of Electrical Engineering and Information Technology

[www.es.tu-darmstadt.de](http://www.es.tu-darmstadt.de)

