

# 1. Übung zur Vorlesung Software-Produktlinien



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## Lösungsvorschläge

### Lösung 1

---

- a) proaktiv, reaktiv, extraktiv
- b)
  - SPL neu entwerfen/implementieren: *proaktiv*
  - Später evtl. Umstrukturierungen nötig: *proaktiv*
  - Hohe Kosten/Risiko: *proaktiv*
  - Gut für schnellen Wechsel zu SPL: *reaktiv*
  - Analog Spiralmodell/XP: *reaktiv*
  - Eine/mehrere Anwendungen als Basis: *reaktiv*
  - Zerlegung einer monolithischen Anwendung: *extraktiv*
  - Unterbrechung der normalen Entwicklung: *reaktiv*
  - Inkrementelles Zufügen von Varianten: *reaktiv*
  - Komplette Domänenanalyse: *proaktiv*
  - geringer Ressourcenaufwand/Risiko: *extraktiv*
  - geringe initiale Kosten: *extraktiv*

---

## Lösung 2

---

### Lösung 2.1

---

	vm	bev	co	t	ca	rt	cur	€	\$
p1	x	x	x				x	x	
p2	x	x	x	x			x	x	
p3	x	x	x	x	x		x	x	
p4	x	x	x		x		x	x	
p5	x	x		x			x	x	
p6	x	x	x			x	x	x	
p7	x	x	x	x		x	x	x	
p8	x	x	x	x	x	x	x	x	
p9	x	x	x		x	x	x	x	
a) p10	x	x		x		x	x	x	
p11	x	x	x				x		x
p12	x	x	x	x			x		x
p13	x	x	x	x	x		x		x
p14	x	x	x		x		x		x
p15	x	x		x			x		x
p16	x	x	x			x	x		x
p17	x	x	x	x		x	x		x
p18	x	x	x	x	x	x	x		x
p19	x	x	x		x	x	x		x
p20	x	x		x		x	x		x

b) (1)  $2^{|F|} = 2^9 = 512$

(inklusive Wurzel-Feature)

(2)  $|[FM_{VM}]| = 20$

c) Core-Features: *vm, bev, cur*  
Dead-Features: keine

---

## Lösung 2.2

---

Siehe Abbildung 1.

---

## Lösung 2.3

---

Siehe Abbildung 2.

---

## Lösung 3

---

### Lösung 3.1

---

a) unerfüllbar (void), false optional features

(core features und dead features, die nicht false optional sind, werden in dieser Aufgabe nicht als Anomalien betrachtet)

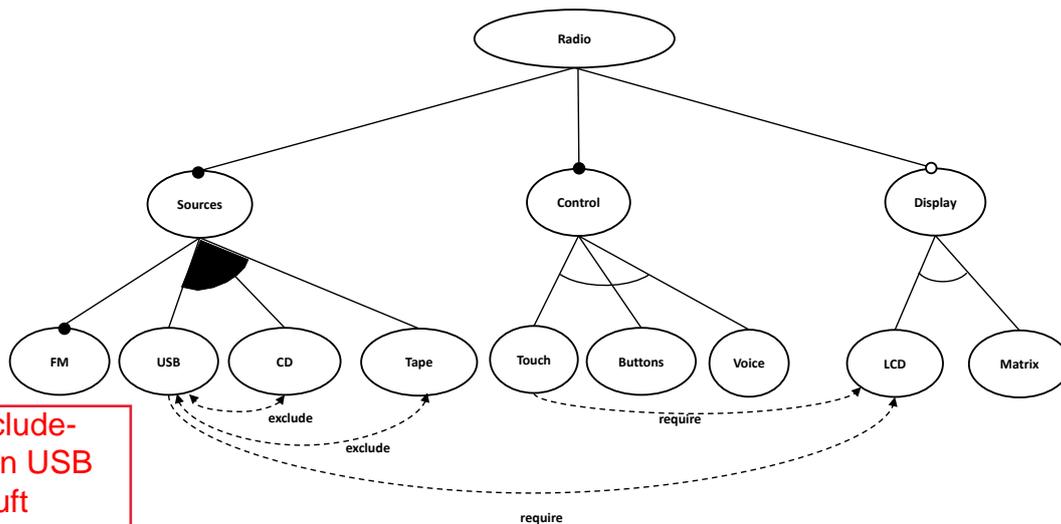


Abbildung 1: Feature-Modell der Radio Produktlinie

- b) False Optional *FingerProtection* da keine Mischung von Gruppen (alternative PowerWindows) und Einzel-Features möglich. Lösung: *FingerProtection* auf mandatory ändern.
- c)
- Feature-Modell A: keine Anomalien
  - Feature-Modell B: unerfüllbar
  - Feature-Modell C: *f 7* is dead Feature (somit false optional)

### Lösung 3.2

a)  $2^{2^{|F|}} = 2^{2^4} = 65.536$

b) Valide Konfigurationsräume:

- $[FM1] = \{\{f1, f2\}, \{f1, f3\}, \{f1, f4\}\}$
- $[FM2] = \{\{f1\}, \{f1, f2, f3\}, \{f1, f2, f3, f4\}\}$
- $[FM3] = \{\{f1\}, \{f1, f2\}, \{f1, f3\}, \{f1, f4\}, \{f1, f2, f3\}, \{f1, f2, f4\}, \{f1, f3, f4\}, \{f1, f2, f3, f4\}\}$
- $[FM4] = \{\{f1\}, \{f1, f2, f3\}, \{f1, f2, f3, f4\}\}$
- $[FM5] = \{\{f1\}, \{f1, f2\}, \{f1, f2, f3\}, \{f1, f2, f3, f4\}\}$
- $[FM6] = \{\{f1, f2\}, \{f1, f3\}, \{f1, f3, f4\}\}$

Vergleiche:

	FM 1	FM 2	FM 3	FM 4	FM 5	FM 6
FM 1	≡	⊥	⊆	⊥	⊥	⊥
FM 2	⊥	≡	⊆	≡	⊆	⊥
FM 3	⊇	⊇	≡	⊇	⊇	⊇
FM 4	⊥	≡	⊆	≡	⊆	⊥
FM 5	⊥	⊇	⊆	⊇	≡	⊥
FM 6	⊥	⊥	⊆	⊥	⊥	≡

≡ Equivalence, ⊆ Specialization, ⊇ Generalization, ⊥ Arbitrary Edit

---

### Lösung 3.3

---

- a)  $\widetilde{FM3} = f1 \wedge (f2 \rightarrow f1) \wedge (f3 \rightarrow f1) \wedge (f4 \rightarrow f1)$   
 $\widetilde{FM4} = f1 \wedge (f2 \rightarrow f1) \wedge (f3 \rightarrow f2) \wedge (f4 \rightarrow f3) \wedge (f2 \rightarrow f3)$
- b) • Specialization:  $FM1 \sqsubseteq FM2 \Leftrightarrow \vdash \widetilde{FM1} \rightarrow \widetilde{FM2}$   
• Generalization:  $FM1 \sqsupseteq FM2 \Leftrightarrow \vdash \widetilde{FM2} \rightarrow \widetilde{FM1}$   
• Equivalence:  $FM1 \equiv FM2 \Leftrightarrow FM1 \sqsubseteq FM2$  and  $FM1 \sqsupseteq FM2$   
• Arbitrary Edit: sonst.
- c)  $FM4 \sqsubseteq FM3 \Leftrightarrow$

$$\begin{aligned} & \vdash \widetilde{FM4} \rightarrow \widetilde{FM3} \\ \Rightarrow & \vdash \neg(f1 \wedge (f2 \rightarrow f1) \wedge (f3 \rightarrow f2) \wedge (f4 \rightarrow f3) \wedge (f2 \rightarrow f3)) \vee \\ & (f1 \wedge (f2 \rightarrow f1) \wedge (f3 \rightarrow f1) \wedge (f4 \rightarrow f1)) \\ \dots(*) & \\ \Rightarrow & \vdash true \end{aligned}$$

(\*) Wiederholte Anwendung der Umformung  $f \rightarrow f' = \neg f \vee f'$  sowie der Sätze von De Morgan und dem Satz vom ausgeschlossenen Dritten.

---

### Lösung 4

---

- a) •  $k \geq 0, l \leq n, k \leq l$   
• Optional:  $(0, n)$ , Mandatory:  $(n, n)$ , Alternative:  $(1, 1)$ , Or:  $(1, n)$   
• Einfügen einer neuen Alternativ-Gruppe. Für jede mögliche Feature-Kombination der  $(k, l)$ -Gruppe wird ein abstraktes Feature in diese Alternativ-Gruppe eingefügt, das die Features dieser Kombination als mandatory Kind-Features hat. Bisherige Unterbäume dieser Features sowie Cross-Tree-Constraints, an denen diese Features beteiligt sind, werden an jeder Stelle im transformierten Feature-Modelle übernommen („kopiert“), an der sie vorkommen. Hinweis: das resultierende Feature-Modell enthält mehrere Knoten mit dem gleichen Feature-Namen. Lösung: Einführen neuer Feature-Namen für jedes zusätzliche Vorkommen des Features zusammen mit einer injektiven Abbildung auf dessen ursprünglichen Namen.
- b) • Umformen des Constraints in DNF. Einfügen einer neuen Or-Gruppe unterhalb des Wurzelknotens. Für jede Klausel der DNF wird ein abstraktes Feature in die Or-Gruppe aufgenommen. Für ein nicht-negiertes Vorkommen eines Features  $f$  in der Klausel wird eine require-Kante zum Feature-Knoten von  $f$  eingefügt, für ein negiertes Vorkommen entsprechend eine exclude-Kante.  
*Beispiel:* Die DNF für  $\neg(f2 \wedge f3) \rightarrow (f2 \wedge f4)$  ist  $(f2 \wedge f3) \vee (f2 \wedge f4)$ . Das transformierte Feature-Modell ist in Abbildung 3 zu sehen.
- c) Lösung siehe Abbildung 4.

---

## Lösung 5

---

Siehe Demo in der Übung.

---

## Lösung 6

---

a) 1. Beispiel  $p1 = \{vm, bev, co, ca, rt, cur, \text{€}\}$

Konfigurationssequenz:

- explizit:  $\langle +rt \rangle$ , implizit:  $\langle +vm \rangle, \langle +bev \rangle, \langle +cur \rangle$
- explizit:  $\langle +cap \rangle$ , implizit:  $\langle +co \rangle$
- explizit:  $\langle -t \rangle$
- explizit:  $\langle +\text{€} \rangle$ , implizit:  $\langle -\$ \rangle$

2. Gleiches Beispiel  $p1$

- explizit:  $\langle +vm \rangle$ , implizit:  $\langle +bev \rangle, \langle +cur \rangle$
- explizit:  $\langle +rt \rangle$
- explizit:  $\langle +co \rangle$
- explizit:  $\langle +ca \rangle$
- explizit:  $\langle +t \rangle$
- explizit:  $\langle +\text{€} \rangle$ , implizit:  $\langle -\$ \rangle$

3. Triviale Beispiele: Abwahl von Core-Features

- $\langle -vm \rangle$
- $\langle -bev \rangle$
- $\langle -cur \rangle$

Nicht-triviale Beispiele: Gruppen- oder Cross-Tree-Constraints verletzen:

- $\langle +\text{€} \rangle, \langle +\$ \rangle$  bzw.  $\langle -\text{€} \rangle, \langle -\$ \rangle$
- $\langle -co \rangle, \langle +ca \rangle$
- ...

b) • explizit:  $\langle +DMS \rangle$ , implizit: keine

• explizit:  $\langle -Report \rangle$ , implizit:  $\langle -SearchResults \rangle, \langle -TitleIndexUsage \rangle$

• explizit:  $\langle +GeneralSearch \rangle$ , implizit:  $\langle +Search \rangle \langle +FileNameSearch \rangle \langle +FileNameIndex \rangle$   
 $\langle -MetaDataSearch \rangle \langle -AuthorSearch \rangle \langle -TitleSearch \rangle \langle -ContentSearch \rangle \langle +GeneralIndex \rangle$   
 $\langle -MetaDataIndex \rangle \langle -ContentIndex \rangle \langle -TitleIndex \rangle \langle -AuthorIndex \rangle$

c) Idee: Für Feature-Modell B zeigen, dass die Auswahl jedes Features aus den Alternativ-Gruppen zu einem Widerspruch führt.

- explizit:  $\langle +f8 \rangle$ , implizit:  $\langle +f4 \rangle, \langle +f1 \rangle, \langle +f5 \rangle \dots \frac{1}{2}$
- explizit:  $\langle +f7 \rangle$ , implizit:  $\langle +f4 \rangle, \langle +f2 \rangle, \langle +f6 \rangle \dots \frac{1}{2}$
- explizit:  $\langle +f3 \rangle$ , implizit:  $\langle +f7 \rangle, \langle +f4 \rangle \dots \frac{1}{2}$

---

d) Sei  $\widetilde{FM}$  die aussagenlogische Formel für das Feature-Modell  $FM$ .

Valider expliziter Konfigurationsschritt:

- $\vdash \widetilde{FM} \wedge f$  für  $\langle +f \rangle$
- $\vdash \widetilde{FM} \wedge \neg f$  für  $\langle -f \rangle$

Valider impliziter Konfigurationsschritt nach  $\langle +f \rangle$ :

- $\langle +f' \rangle$  falls  $\vdash (\widetilde{FM} \wedge f) \rightarrow f'$
- $\langle -f' \rangle$  falls  $\vdash (\widetilde{FM} \wedge f) \rightarrow \neg f'$

(nach  $\langle -f \rangle$  entsprechend)

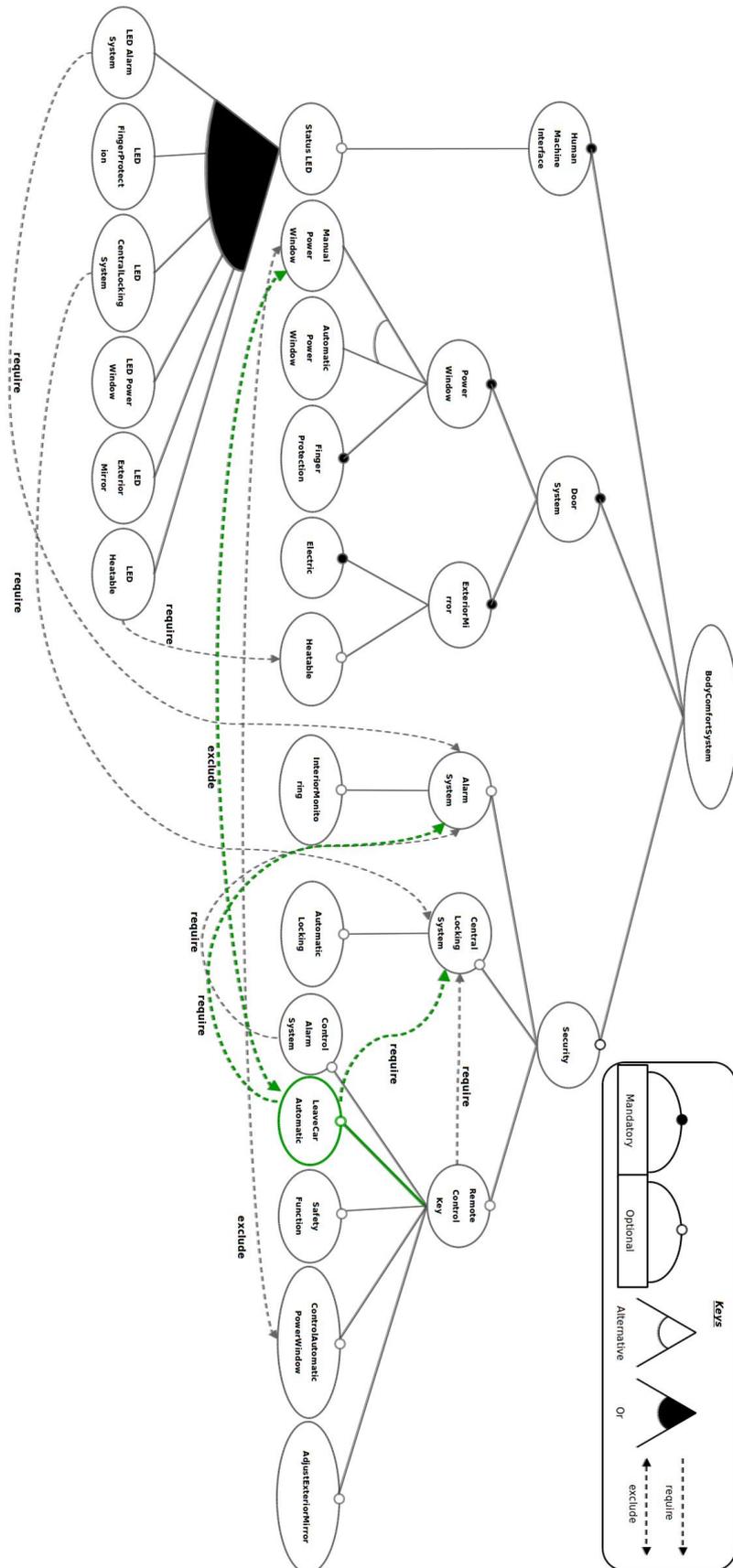
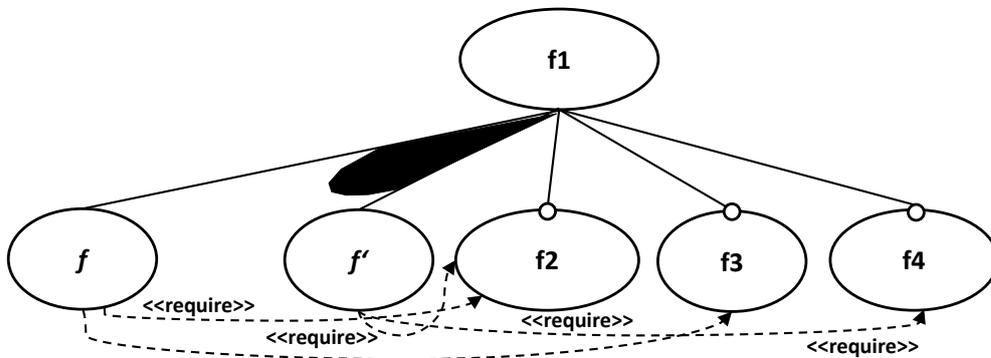
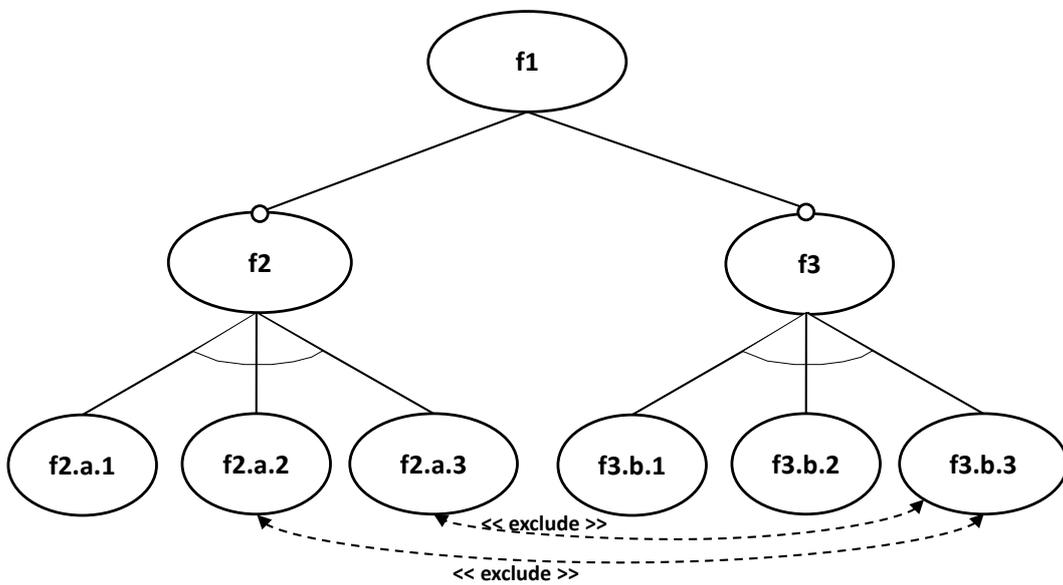


Abbildung 2: Erweitertes Feature-Modell des Body Comfort Systems



**Abbildung 3:** Transformiertes Feature-Modell ohne komplexe Constraints



**Abbildung 4:** Transformiertes Feature-Modell ohne Attribute und Constraints