

Herausforderungen für Variantenmanagement in Anforderungsdokumenten

Ekaterina Boutkova

Group Research and Advanced Engineering
Daimler AG
Postfach 2360
89013 Ulm

ekaterina.boutkova@daimler.com

Abstract: Effektive Methoden für Variantenmanagement in Anforderungsdokumenten sind die essentielle Voraussetzung für eine effektive und effiziente Wiederverwendung von Anforderungen, die zu einer Entwicklungszeitreduktion und somit zu einem Wettbewerbsvorteil führt. Dieser Beitrag beschreibt die aktuelle Vielfalt der Anforderungsdokumente eines Automobilherstellers am Beispiel der Daimler AG. Außerdem stellt dieser Beitrag die Herausforderungen für das Variantenmanagement in Anforderungsdokumenten vor, die während einer Studie zu existierenden Variabilitätsmanagementansätzen bei der Daimler AG identifiziert wurden.

1 Einleitung

Die Automobilindustrie ist durch eine große Anzahl an Produktvarianten charakterisiert. Die Gründe für die Variantenvielfalt sind vielseitig. Als ein prominentes Beispiel können im Fall der PKW-Sparte der Daimler AG die Modellreihen (z.B. C-Klasse, E-Klasse oder S-Klasse) betrachtet werden. Dabei werden für jedes Modell mehrere Ausführungsarten (z.B. Limousine, Coupé, T-Modell, Cabriolet) und Ausstattungsvarianten (z.B. Classic, Elegance) angeboten, die die unterschiedlichen Kunden- bzw. Marktanforderungen berücksichtigen.

Mit der steigenden Komplexität der Fahrzeuge sind auch die Anforderungen an die einzelnen Komponenten und Systemen immer vielfältiger geworden. Reichte früher eine Zeichnung und Stückliste für die Anforderungsdokumentation einer Komponente, so ist heute ein umfassendes Lastenheft erforderlich. Ein Lastenheft bündelt die Anforderungen aller im Produktentstehungsprozess beteiligten Bereiche (z.B. Entwicklung, Produktion) und bildet die Basis für die Ausschreibung. Die Schwächen eines Lastenheftes (z.B. unvollständige oder fehlerhafte Anforderungen) führen häufig zu einer Vielzahl von Änderungen und Terminverzögerungen im Entwicklungsprozess und damit zur Kostenüberschreitung.

Die Reduktion der Entwicklungszeit durch die Wiederverwendung ist der Leitgedanke der letzten Jahrzehnte in der Automobilindustrie. Die Anforderungsdokumente in der Automobilindustrie bieten ein großes Wiederverwendungspotential ist ein effektives und effizientes Variantenmanagement. Die effektive Methoden des Variantenmanagements für Anforderungsdokumente sind die Voraussetzung für die erfolgreiche Wiederverwendung von Anforderungen, weil das Variantenmanagement die Spezifizierung mehrere Produkte einer Produktlinie durch Wiederverwendung von Anforderungen unterstützt.

Das Ziel unserer Arbeit ist eine Verbesserung des Variantenmanagements in Lastenheften. In diesem Beitrag wird die Welt der Anforderungsdokumente bei der Daimler AG vorgestellt (Kapitel 2). Daraus folgende Herausforderungen für das Variantenmanagement werden im Kapitel 3 präsentiert. Kapitel 4 beschreibt die aktuellen und geplanten Arbeiten in diesem Gebiet.

2 Anforderungsmanagement bei der Daimler AG

Dieses Kapitel präsentiert die Vielfalt der Anforderungsdokumente bei der Daimler AG (Kapitel 2.1) sowie die aktuellen Ansätze zum Variabilitätsmanagement (Kapitel 2.2).

2.1 Anforderungsdokumente

Für die Dokumentation der Anforderungen bei der Daimler AG existieren im Wesentlichen drei Typen von Lastenheften: das Fahrzeuglastenheft, das Systemlastenheft sowie das Komponentenlastenheft. Für jeden Lastenheft-Typ existieren entsprechenden Standardvorlagen, die den Entwicklungs- und Spezifikationsprozess durch die Verwendung standardisierter Inhalte und Anforderungspakete unterstützen.

Ein Fahrzeuglastenheft (FLH) enthält eine umfangreiche Beschreibung des neuen Fahrzeugs. Im FLH werden zum Beispiel die Marketingaspekte (z.B. Zielgruppen, Produktpositionierung auf den Märkten), Designanforderungen und technischen Konzepte des neuen Fahrzeuges festgehalten.

Ein Systemlastenheft (SLH) bildet die Brücke zwischen den Anforderungen an das Gesamtfahrzeug und den Anforderungen an die einzelnen Komponenten. Ein System ist in diesem Fall kein physikalisches sondern ein logisches. Es besteht aus Fahrzeugfunktionen, die ein Kunde benutzen kann (z.B. Außenlicht, Sitzheizung), deren Eigenschaften sowie deren Komponentenbeschreibungen, die diese Funktionalität realisieren. Die Notwendigkeit des SLH entsteht aus der Problematik, die Komponentenanforderungen direkt aus Fahrzeuganforderungen vollständig und widerspruchsfrei abzuleiten. Das SLH ist eine interne Spezifikation und wird in der Regel nicht an den Lieferanten weiter gegeben.

Ein Komponentenlastenheft (KLH) dokumentiert die Anforderungen an eine einzelne Komponente (z.B. eine Sonnenblende, einen Stoßfänger). Es bildet die Basis für die Ausschreibung und den Vertrag mit dem Lieferanten. In einem KLH werden sowohl technische als auch nichttechnische (z.B. prozessuale) Anforderungen an die Komponentenentwicklung und spätere Serienproduktion dokumentiert. Die Anforderungen im KLH müssen alle beschlossenen Varianten (Farbvarianten, Ausstattungsvarianten, Ländervarianten etc.) umfassen.

Die Beziehungen zwischen einzelnen Lastenhefttypen sind nicht 1:1 (siehe Abbildung 1), weil ein System in mehreren Fahrzeugen implementiert werden kann. Des Weiteren können mithilfe ein und derselben Komponente die unterschiedlichen Systemfunktionen realisiert werden. Zum Beispiel die Komponente Türschloss realisiert sowohl die Funktionen des Systems Schließung als auch die des Systems Außenlicht. Zusätzlich kann das System Schließung mit gleichen Anforderungen für mehrere Baureihen verwendet werden.

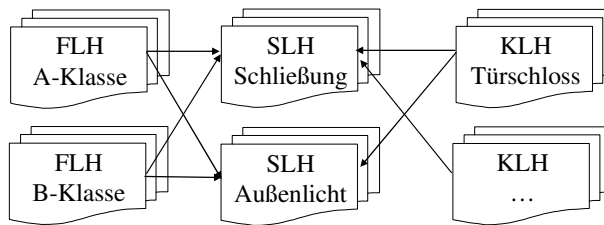


Abbildung 1: Die Beziehungen zwischen FLH-SLH-KLH

2.2 Variantenmanagement in Anforderungsdokumenten

Die Systeme und Komponenten für die verschiedenen Baureihen weisen oft nur geringe Unterschiede auf. Deshalb existiert ein großes Potenzial für die Wiederverwendung der Anforderungen. Diese Erkenntnis erlaubt es, die Varianten eines Systems bzw. einer Komponente im gleichen Lastenheft zu spezifizieren.

Wichtig ist, dass alle Anforderungen eines Lastenheftes zu den jeweiligen Baureihen und Varianten nachvollziehbar zugeordnet sein müssen, um die Erstellung von baureihenspezifischen Lastenheften für eine System- bzw. Komponentenvariante zu ermöglichen. Diese Lastenhefte werden für die Ausschreibungen benötigt, da die Lieferanten eine Spezifikation für eine konkrete Komponentenvariante, die für eine bestimmte Baureihe festgelegt wurde, benötigen.

In diesem Beitrag werden die existierenden Ansätze benannt und deren Vor- und Nachteile kurz vorgestellt. Die vollständige Studie zu dem State-of-the-Practice kann aus [Bo08] entnommen werden. Im Rahmen der Studie zum State-of-the-Practice wurden folgende Ansätze identifiziert, analysiert und bewertet:

1. Variantendokumentation im Anforderungstext

2. Variantendokumentation in Attributsspalten
3. Variantendokumentation mit Multi-Enumeration-Attribut
4. Variantendokumentation durch Kapitelstruktur
5. Variantendokumentation in unterschiedlichen Doors-Modulen
6. Variantendokumentation im Anforderungspool
7. Ansatz mit Stücklistencode zur Variabilitätsbeschreibung (Code-Regel-Ansatz)

Zu den Vorteilen dieser Ansätze gehören eine einfache Handhabung (1-4), eine transparente Zuordnung von Anforderungen zu den Varianten sowie die Verbindung mit Stücklisten (7). Zu den Nachteilen gehören ein hoher Aufwand und eine hohe Fehlerwahrscheinlichkeit bedingt durch die manuelle Zuordnung sowie die fehlende Möglichkeit diese Zuordnung zu überprüfen. Außerdem skalieren diese Ansätze schlecht. Bei einer großen Anzahl von Varianten geht der Überblick schnell verloren. Ein zusätzlicher Nachteil des Code-Regel-Ansatzes ist eine nicht intuitive Anwendung der verwendeten Codes.

3 Herausforderungen für Variantenmanagement

In diesem Kapitel werden Herausforderungen für das Variantenmanagement beschrieben, die während der Analyse der existierenden Variantenmanagementansätze in Lastenheften bei der Daimler AG identifiziert wurden.

3.1 Umfang und Heterogenität der Lastenhefte

Die meisten Lastenhefte bei der Daimler AG sind sehr groß. Ein Lastenheft für eine Komponente beinhaltet zwischen 1.000 und mehreren 10.000 Anforderungen. Ein Lastenheft für ein System beinhaltet zwischen einigen 100 und mehreren 1.000 Anforderungen.

Die unterschiedlichen Komponenten bzw. Systeme haben eine unterschiedliche Anzahl von variablen Anforderungen. Auch die Anzahl der Variabilitätsmerkmalen (Variabilitätskriterien und deren Ausprägungen) ist bei allen Komponenten bzw. Systemen unterschiedlich. Die Begriffe Variabilitätskriterium und Ausprägung des Variabilitätskriteriums wurden als Spezifizierung des Begriffs Merkmal in [Bo08] definiert.

Ein Variantenmanagement-Ansatz für Lastenhefte muss alle diese Besonderheiten berücksichtigen. Der Ansatz muss skalierbar sein, so dass er sowohl für die Lastenhefte mit mehreren 10.000 Anforderungen als auch für die Lastenhefte mit paar 100 Anforderungen anwendbar ist. Der Ansatz muss Lastenhefte mit wenigen sowie auch solche mit vielen variablen Anforderungen im gleichen Maße unterstützen. Außerdem muss der gesuchte Ansatz es erlauben, mehrere hundert Variabilitätsmerkmale zu verwalten.

3.2 Use Cases für Variabilitätsmanagement

Das Variantenmanagement in Lastenheften kann mehrere Use Cases unterstützen, einige davon werden in diesem Abschnitt vorgestellt. Die Voraussetzung für alle Use Cases ist, dass die Zuordnung von jeder einzelnen Anforderung in der Spezifikation zu den ausgewählten Varianten immer bekannt ist. Im letzten Abschnitt wurden die typischen Umfänge von Lastenheften diskutiert. Somit ist es verständlich, dass der Aufwand für die Zuordnung von einzelnen Anforderungen zu Varianten enorm ist und dieses Zuordnungsproblem die größte Herausforderung für das Variabilitätsmanagement in Lastenheften darstellt.

Die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung einer Komponente bzw. eines Systems geschieht in Rahmen der Entwicklung eines neuen Fahrzeuges (einer neuen Baureihe). Für jede neue Baureihe werden entsprechend die neuen Lastenhefte erstellt. Viele Komponenten bzw. Systeme unterscheiden sich von Baureihe zur Baureihe nicht existenziell. Deswegen werden oft die Anforderungen einer Baureihe als Basis für die neue Baureihe übernommen und angepasst. Zum Beispiel können die Anforderungen für den Fensterheber einer E-Klasse für den Fensterheber der C-Klasse kopiert und an wenigen Stellen (z.B. Geometriedaten) angepasst werden.

Eine andere Möglichkeit der Wiederverwendung von Anforderungen ist die Dokumentation von mehreren Varianten einer Komponente (bzw. eines Systems) im gleichen Lastenheft. Es ist möglich die Anforderungen für mehrere Baureihen (z.B. A-Klasse und B-Klasse) oder für unterschiedliche Varianten einer Komponente (z.B. Sonnenblende mit Beleuchtung und Sonnenblende ohne Beleuchtung) innerhalb einer Baureihe im gleichen Lastenheft zu dokumentieren. Natürlich muss es möglich sein, die Baureihen-Varianten und Komponenten-Varianten zusammen in einem Lastenheft zu dokumentieren. Für die Ausschreibung werden die Lastenhefte einer konkreten Variante bzw. einer Auswahl an Varianten benötigt, die für eine bestimmte Baureihe geplant sind. Um die Ausleitung von variantenspezifischen Lastenheften zu ermöglichen, ist eine nachvollziehbare Zuordnung von Anforderungen zu Varianten unabdingbar.

Ein weiterer Use Case ist die Verbindung der Anforderungen mit den Stücklistennummern. Das Wissen über die Zuordnung von Anforderungen zu Varianten kann die Verbindung zwischen Anforderungen und Stücklisten herstellen. Wenn diese Information zur Verfügung steht, erlaubt sie im Fall eines Fehlers, der während der Produktion auftritt, anhand der Komponenten-Teilenummer alle Anforderungen der fehlerhaften Komponente zu identifizieren. Danach kann die Korrektheit der Anforderung überprüft werden und bei Bedarf können die Gegenmaßnahmen durchgeführt werden. Außerdem wäre es möglich, anhand der Zuordnungsinformationen alle anderen Varianten dieser Komponenten, die die gleichen Anforderungen implementieren, zu identifizieren.

Die nachvollziehbare Zuordnung von Anforderungen zu Varianten unterstützt auch das Änderungsmanagement. Sollte eine Anforderung während des Entwicklungsprozesses geändert werden, so wäre es immer möglich, alle betroffenen Baureihen und Komponenten- bzw. System-Varianten zu identifizieren.

3.3 Menschlicher Faktor

Die Komponenten- und System-Anforderungen werden bei der Daimler AG von den Entwicklern spezifiziert. Als Experten im Bereich der Produktentwicklung sind sie entsprechend als Maschinenbauer oder Ingenieure ausgebildet. Der Großteil dieser Spezialisten hat jedoch kein umfangreiches Know-how in den Informatik- und Anforderungsmanagement-Bereichen. Die Hauptaufgabe eines solchen Spezialisten besteht in der Entwicklung von Systemen und System-Komponenten. Für die Erstellung eines Lastenheftes haben die Entwickler 2-6 Monate zur Verfügung. Nach der Erstellungsphase sind die Entwickler „nur“ für die Änderungspflege in ihren Lastenheften zuständig. Die Zeitspanne zwischen der Erstellung von neuen Lastenheften beträgt 3-5 Jahre.

Daraus entsteht eine weitere Anforderung an den Variantenmanagement-Ansatz: Er muss die Fähigkeiten der zukünftigen Anwender berücksichtigen. Er muss einfach und intuitiv bedienbar sein. Die Software-Unterstützung muss es ermöglichen, das Variabilitätsmodell einfach grafisch zu visualisieren. Die Anwendung von Prädikaten-Logik oder programmier-ähnlichen Sprachen wird von den potenziellen Anwendern nicht akzeptiert.

3.4 IT-Infrastruktur

Für die Verwaltung von SLH und KLH wird das Tool Doors von IBM/Telelogic verwendet. Ein SLH bzw. KLH besteht aus einem bzw. mehreren Doors-Modulen, die jeweils mehrere tausend Doors-Objekte beinhalten können. Die Standardvorlagen für SLH und KLH sind als Kopiervorlagen in Form von Doors-Modulen verfügbar und bestehen aus circa 150 Seiten. Ein SLH bzw. KLH hat 1-2 Autoren, aber es existieren auch Lastenhefte, an denen bis zu 40 Entwickler parallel arbeiten.

Doors ist ein Standard-Tool bei der Daimler AG für das Anforderungsmanagement auf der System und Komponenten-Ebene. Daraus folgt, dass die Kompatibilität des Variantenmanagementansatzes mit Doors eine notwendige Bedingung darstellt. Andererseits muss der Variantenmanagementansatz eine tool-unabhängige Basis haben, um auch in Zukunft mit einem potenziell anderen Anforderungsmanagement-Tool funktionsfähig zu bleiben.

3.5 Landschaft der Lastenhefte

Eine weitere Herausforderung sind die Standardvorlagen, die für alle Lastenheftstypen existieren. Ein Standardlastenheft beinhaltet einigen Standardanforderungen die nicht gelöscht oder verändert werden dürfen, aber auch die Kapitel, deren Befüllung der Entwickler komponentenspezifisch vornehmen muss (Verantwortlichkeiten, Termine, Gewichte). Weiterhin enthält die Standardvorlage KLH Kapitel, die dem Entwickler im Sinne einer Checkliste dienen und auf deren Basis der Entwickler die technische Anforderungen beschreiben kann.

Die KLH-Standardvorlage besteht zurzeit aus circa 150 Seiten und wird ständig weiterentwickelt. Gründe für Änderungen der Standardvorlage sind Erfahrungen aus abgeschlossenen Projekten sowie Verbesserungen zu den identifizierten Defizienten in der existierenden Vorlage. In einigen Fällen kommt es auch zu Strukturänderungen der Standardvorlage. In einem solchen Fall müssen alle komponenten-spezifische Anforderungen neu angeordnet werden (siehe Abbildung 2). Derartige Umstrukturierungen von mehreren tausenden Anforderungen in mehreren hunderten Lastenheften sind sehr kostenintensiv. Deshalb wurde ein Konzept zur Trennung von Inhalten ausgearbeitet.

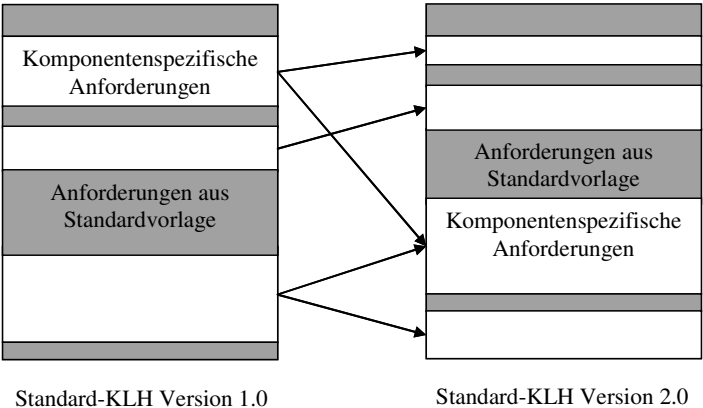


Abbildung 2: Verteilung der Anforderungen nach den Strukturänderungen

Die Grundidee ist die Teilung der Komponentenanforderungen in zwei Gruppen: die Anforderungen an die Komponente (definieren die Komponente selbst) und die komponentenspezifischen Projekt-, Produktions- und Logistik-Anforderungen. Die Anforderungen an eine Komponente werden in einem Anforderungspool verwaltet. Dabei sind in diesem Pool die Anforderungen für alle Baureihen sowie alle definierten Varianten enthalten. Bei der Erstellung eines KLH werden die relevanten Anforderungen aus dem Pool in die Kopie der Standardvorlage kopiert und bei Bedarf angepasst. Die komponentenspezifischen Projekt-, Produktions- und Logistik-Anforderungen werden weiterhin in einer Kopie der KLH-Standardvorlage gepflegt. Dieses Konzept bringt eine Reihe Vorteile mit sich. Zum Beispiel die Anforderungen an eine Komponente werden in einem Anforderungspool über den gesamten Produktentstehungsprozess dokumentiert. Der andere Vorteil ist, dass durch die Speicherung der Anforderungen in einem Anforderungspool die Wiederverwendung von Anforderungen unterstützt. Die Herausforderungen sind das Varianten- und Änderungsmanagement.

Der Variantenmanagement-Ansatz muss die bestehende Lastenheft-Landschaft (FLH-SLH-KLH) und weitere existierende Konzepte, sowie die Existenz der Standardvorlagen berücksichtigen.

3.6 Interne und externe Variabilität

Die aktuellen Spezifikationsprozesse sowie die Entwicklungsprozesse sind an die Entwicklung der Fahrzeugpalette gekoppelt. So werden bei der Entwicklung einer neuen Baureihe die existierenden Anforderungen für eine Komponente im Hinblick auf die Eigenschaften und Funktionalitäten eines neuen Produktes bewertet. Als Produkt kennzeichnen wir eine Komponenten-Variante, die zur Produktion ausgewählt wurde.

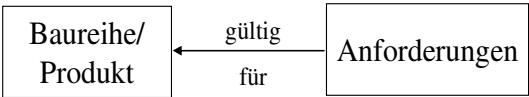


Abbildung 3: Aktuelle Zuordnung

Die Analyse der Studie zu aktuellen Variantendokumentationsansätzen hat gezeigt, dass eine Trennung der internen und externen Variabilität notwendig ist. Die interne Variabilität beschreibt die Merkmale einer Komponente bzw. eines Systems, die variieren können (z.B. Farbe, Material). Die externe Variabilität beschreibt solche Aspekte, die die Gründe für die Existenz der internen Variabilität sind. Zum Beispiel existieren zwei Varianten der Tachometeranzeige: die Geschwindigkeit wird in km/h oder in mph angezeigt. Das Merkmal der internen Variabilität ist Geschwindigkeitsanzeige. Die externe Variabilität ist zum Beispiel Markt (z.B. Europa oder USA). Welche Anzeige in einem Fahrzeug eingebaut wird, hängt vom Zielmarkt ab. Durch diese Trennung entsteht ein neues Prozessbild (siehe Abbildung 4).

Bei der neuen Vorgehensweise werden die Anforderungen den Merkmalen (Variabilitätskriterien bzw. deren Ausprägungen) zugeordnet. Diese Zuordnung ist über die Zeit konstant. Neue Produkte, die als Konfigurationen der Variabilitätsmerkmale definiert sind, können dann zur jeweiligen Baureihen zugeordnet werden. Eine ähnliche Vorgehensweise (Product-Sets-Ansatz) wurde von Reiser und Weber in [RW05] vorgeschlagen.

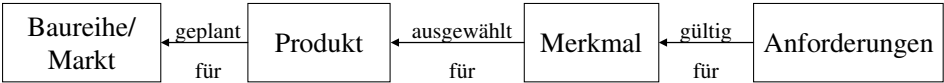


Abbildung 4: Zielzuordnung

Der Variantenmanagementansatz muss diese Trennung, sowie die Dokumentation der Zuordnungsentscheidungen unterstützen können.

3.7 Weitere Herausforderungen

Außer der davor diskutierten Herausforderungen müssen folgende Herausforderungen beachtet werden:

- Alle Lastenhefte bei der Daimler AG werden meistens in natürlicher Sprache spezifiziert.
- Die gleichen Anforderungen dürfen nicht mehrfach in einem Lastenheft dokumentiert werden, um die Größe von Lastenheften nicht zu steigern.
- Es muss möglich sein, innerhalb eines Lastenheftes einen Variantenvergleich durchzuführen. Also zu vergleichen, welche Anforderungen in einer Variante implementiert sind.
- Die Anforderungen, die für alle Varianten gültig sind, müssen erkennbar sein.
- Die Beziehungen zwischen einzelnen Variabilitätsmerkmalen müssen prüfbar sein, um die Konsistenz der Varianten überprüfen zu können.
- Die Zuordnung von Anforderungen zu Varianten muss automatisch überprüfbar sein, um die Qualität der Lastenhefte zu garantieren.

4 Ausblick

Parallel zur Analyse der existierenden Ansätze wurde eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt, die in diesem Beitrag nicht vorgestellt wird. Basierend auf den Ergebnissen der Literaturrecherche und State-of-the-Practice wurden zwei Arbeitsthemen identifiziert. Das erste Thema beschäftigt sich mit dem Variantenmanagement (die Identifikation der Variabilitätsmerkmalen, Variabilitätsmodellierung und Auswahl der zulässigen Konfigurationen für die Systeme und Komponenten). Das zweite Thema beinhaltet die Zuordnung von Anforderungen zu Varianten in Lastenheften.

Für den Bereich des Variantenmanagements können Ansätze aus der Literatur (z.B. [Be03], [B01], [CE00], [Ka90], [PBL05], [Re08], [TH03]) übernommen werden. Natürlich müssen die in der Forschung ausgearbeiteten Ansätze an die Herausforderungen der Praxis (siehe z.B. Kapitel 2) angepasst werden. Für die Variabilitätsmodellierung haben wir die Merkmalsmodelle anvisiert. Die Merkmalsmodellierung hat eine große Akzeptanz in der Praxis erfahren [Li03]. Auch bei der Daimler AG wird dieser Ansatz in der Design- und Implementierungsphase der internen Softwareentwicklung verwendet.

Bei der Literaturrecherche wurde kein Ansatz gefunden, der sich mit der Zuordnung von Anforderungen zu Varianten beschäftigt. Basierend auf den identifizierten Problemen und Anforderungen der Entwickler sowie den Ergebnissen der Literaturrecherche wurde das Thema des Variabilitätsmanagements in Anforderungsdokumenten für meine Dissertation ausgewählt. Das Ziel meiner Arbeit ist es, eine Lösung für existierendes Problem der Zuordnung der Anforderungen zu Varianten zu finden.

Literaturverzeichnis

- | | |
|--------|--|
| [Be03] | M. Becker, "Towards a General Model of Variability in Product Families", Proceedings of the 1st Workshop on Software Variability Management. Groningen, Netherlands, 2003. |
|--------|--|

- [B001] J. Bosch, G. Florijn, D. Greefhorst, J. Kuusela, H. Obbink, K. Pohl, “Variability Issues in Software Product Lines”, Proceedings of PFE-4, 2001, pp. 11-19.
- [Bo08] E. Boutkova, “Variantenmanagement in Anforderungsdokumenten: State of the Practice“, GI Fachtreffen, Karlsruhe, 2008.
- [CE00] K. Czarnecki, U. Eisenecker, “Generative Programming“. Addison-Wesley, 2000.
- [CN01] P. Clements, L. Northrop, “Software Product Lines: Practices and Patterns“, SEI Series in Software Engineering. Addison-Wesley, 2001.
- [Ka90] K. Kang, S. Cohen, J. Hess, W. Novak, S. Peterson: “Feature Oriented Domain Analysis (FODA) Feasibility Study“. Technical Report CMU/SEI-90-TR-021, 1990.
- [Li03] H. Lichter, T. von der Maßen, A. Nyßen, T. Weiler, “Vergleich von Ansätzen zur Feature Modellierung bei der Softwareproduktlinienentwicklung“, 2003.
- [PBL05] K. Pohl, G. Böckle, F. van der Linden, “Software Product Line Engineering: Foundations“, Principles, and Techniques. Springer Verlag, 2005.
- [Re08] M.O. Reiser, “Managing Complex Variability in Automotive Software Product Lines with Subscoping and Conguration Links“, Dissertation, TU Berlin, 2008.
- [Te03] J.C. Trigaux, P. Heymans, “Modelling Variability Requirements in Software Product Lines: A comparative survey“, Technical report PLENTY project, Belgium, 2003.
- [RW05] M.O. Reiser, M. Weber, “Using Product Sets to Define Complex Product Decisions“. In: H. Obbink and K. Pohl (Hrsg.): SPLC 2005, LNCS 3714, Springer-Verlag, pp. 21–32, 2005.