

# Auf dem Weg zu messbaren Wartungsanforderungen\*

Jörg Dörr, Daniel Kerkow, Antje von Knethen, Barbara Paech  
{doerrj, kerkow, vknethen, paech}@iese.fhg.de  
Fraunhofer IESE, Sauerwiesen 6, 67661 Kaiserslautern

**Zusammenfassung:** Dieser Artikel beschreibt, wie nichtfunktionale Anforderungen verfeinert und messbar beschrieben werden können. Dabei werden einerseits Abhängigkeiten zu funktionalen Anforderungen und der Architektur explizit gemacht. Andererseits werden Erfahrungen aus bereits durchgeführten Projekten in Form von Verfeinerungsgraphen und Checklisten genutzt.

**Schlüsselwörter:** Nichtfunktionale Anforderungen, Funktionale Anforderungen, Messbarkeit, Architektur

## 1 Einleitung

In industriellen Anforderungsdokumenten werden Aussagen hinsichtlich nichtfunktionaler Anforderungen häufig sehr vage formuliert. Äußerungen wie „Wir wollen ein leicht wartbares System“ machen eine Validation der Aussage schwierig und geben wenig Hilfestellung während der Systementwicklung. Typische Probleme mit solchen Aussagen sind, dass unklar ist, wie man ermittelt was Wartbarkeit für das System bedeutet und wie man möglichst früh nachweisen kann, dass das System „leicht“ wartbar ist.

Zusätzlich gibt es das Problem, dass zahlreiche Beziehungen zwischen funktionalen Anforderungen (FAs), nichtfunktionalen Anforderungen (NFAs) und Entwurfsentscheidungen (EEs) bestehen.

Diese Probleme erfordern einerseits, dass NFAs auf eine messbare Ebene verfeinert und Maße definiert werden, die möglichst früh im Entwicklungsprozess überprüft werden können. Dies stellt sicher, dass NFAs präzise beschrieben sind und frühzeitig im Entwicklungsprozess geprüft werden können. Weiterhin müssen Beziehungen zu FAs, anderen NFAs und EEs explizit betrachtet und dokumentiert werden.

Im Projekt Empress wird eine Verfeinerungsmethode entwickelt, die aus einem erfahrungsbasierten Verfeinerungsprozess besteht, der sowohl eine Verfeinerung der NFAs auf eine messbare Ebene erlaubt, als auch Abhängigkeiten zu FAs, zu anderen NFAs und zu EEs berücksichtigt. In diesem Dokument skizzieren wir den Verfeinerungsprozess für Wartungsanforderungen.

Zuerst werden grundlegende Begriffe definiert. Danach erläutern wir den Prozess und die verwendeten Dokumente anhand eines Beispiels.

## 2 Definitionen

Im folgenden werden einige Begriffe definiert, die ein besseres Verständnis des Verfeinerungsprozesses

erlauben. Die Begriffe werden in der Literatur häufig unterschiedlich definiert und verwendet.

- **Qualitätsattribut (QA):** Eine Charakteristik, welche die Qualität einer Entität (Produkt, Prozess, Resource oder Funktionale Anforderung) beeinflusst, z.B. Analysierbarkeit, Strukturiertheit.
- **Nichtfunktionale Anforderung (NFA):** Eine Anforderung, die den Wert eines QAs spezifiziert, z.B. „Die Architektur darf aus maximal 3 Schichten bestehen.“
- **Wartbarkeit:** Die Menge von QAs, die sich auf den Aufwand auswirkt, Modifikationen durchzuführen. Typische QAs für Wartbarkeit sind Änderbarkeit und Analysierbarkeit.
- **Means:** Das Mittel, um eine bestimmtes QA zu realisieren, z.B. Traceability, um Analysierbarkeit zu erreichen.

## 3 Verfeinerungsprozess

Abbildung 1 gibt eine Übersicht über den Verfeinerungsprozess der Empress-Verfeinerungsmethode auf Systemebene (Softwareebene ist analog). Rechtecke symbolisieren Prozesse, abgerundete Rechtecke symbolisieren Dokumente.

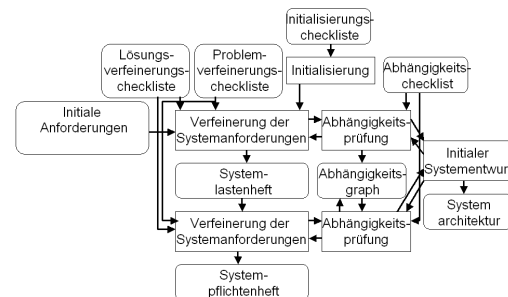


Abbildung 1: Der Empress Verfeinerungsprozess

Im **Initialisierungsprozess** werden alle wichtigen QAs identifiziert und priorisiert (z.B. Wartbarkeit, Effizienz, Zuverlässigkeit). Anforderungen bzgl. der Organisation des Unternehmens werden ermittelt und initiale Entscheidungen bzgl. Notationen gefällt, um die Grundlage für die Verfeinerung der Anforderungen zu legen.

Bei der **ersten Verfeinerung der Anforderungen** werden NFAs und weitere FAs ermittelt und verfeinert. Besonderer Fokus liegt hier auf der Verfeinerung von NFAs einer höheren Abstraktionsebene (z.B. „Das System soll gut strukturiert sein“) in NFAs einer niedrigeren Abstraktionsebene (z.B. „Sowohl Anforderungsdokumente als auch Architektur müssen gut strukturiert sein“). Ziel ist eine messbare Beschreibung der NFAs (z.B. „Jedes Teilsystem darf eine Kopplung von X nicht überschreiten“). Parallel dazu läuft die

\*Forschung unterstützt durch das Empress Projekt

**Abhängigkeitsprüfung** in der Abhängigkeiten zwischen FAs, NFAs und EEs identifiziert und dokumentiert werden. Aus diesen zwei Prozessen entstehen das **Systemlastenheft**, welches FAs, NFAs, Entwurfsoptionen und erste EEs aus Auftraggebersicht enthält und der **Abhängigkeitsgraph**, der die Beziehungen zwischen FAs, NFAs Entwurfsoptionen und EEs aufzeigt.

Die **zweite Verfeinerung der Anforderungen** verläuft analog zur ersten, jedoch liegt der Fokus hier auf der Lösungsverfeinerung, d.h. der Identifikation von Means zum Erreichen der NFAs. Beispielsweise könnte eine Schichtenarchitektur gewählt werden um die Struktur des Systems wartbarer zu machen. Auch hier läuft parallel die **Abhängigkeitsprüfung**. Beispielsweise würde eine Abhängigkeit des Means „Schichtenarchitektur einführen“ zu Effizienz-anforderungen geprüft werden. Als Ergebnis dieser zwei Prozesse entstehen das **Systempflichtenheft**, welches festhält, welche Means zur Realisierung welcher NFAs ausgewählt wurden und eine Erweiterung des **Abhängigkeitsgraphen**.

#### 4 Verfeinerungsgraph

Die Grundlage des Empress Verfeinerungsprozesses bildet ein Verfeinerungsgraph. Ein Verfeinerungsgraph ist eine Menge von QAs und die Beziehungen zwischen ihnen. Dieser Graph dient als Basis dafür, NFAs zu spezifizieren und Qualität zu bewerten. Der Verfeinerungsgraph dokumentiert Erfahrungen aus vorangegangenen Projekten hinsichtlich eines QAs. Der Verfeinerungsgraph kann aus drei möglichen Quellen resultieren:

- Der Verfeinerungsgraph kann vom Unternehmen kommen (falls vorhanden)
- Das Unternehmen erarbeitet einen Verfeinerungsgraph (basierend auf IESE-Verfeinerungsgraph)
- Ein Unternehmen nutzt direkt den IESE-Verfeinerungsgraph.

Im Folgenden wird der Verfeinerungsgraph für das QA Wartbarkeit auszugsweise dargestellt. Rechtecke stehen dabei für Qualitätsattribute, Ovale für Metriken. Die oberste Ebene des Graphen für das Attribut Wartbarkeit ist durch den ISO Standard 9126 gegeben. Die weitere Verfeinerung basiert auf und evolviert durch Erfahrungen. Ein Ausschnitt aus dem Verfeinerungsgraphen ist in Abbildung 2 dargestellt.

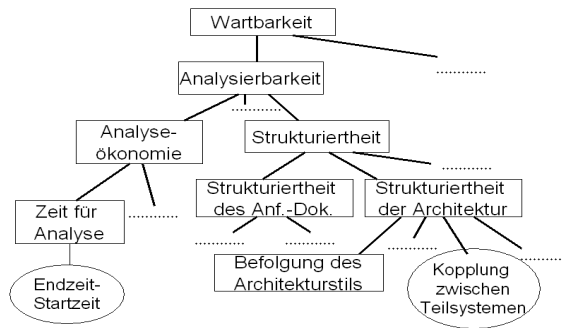


Abbildung 2: Auszug aus Verfeinerungsgraph für Wartbarkeit

Unterschiedliche Verfeinerungsgraphen resultieren aus unterschiedlichen Definitionen von Qualitäten bzw. QAs und unterschiedlichen Auffassungen von Abhängigkeiten zwischen QAs.

In einem Verfeinerungsgraphen gibt es vier Arten von Beziehungen die beispielhaft an dem Graphen aus Abbildung 2 demonstriert werden:

- Analysierbarkeit *wird realisiert durch* Strukturiertheit.
- Strukturiertheit *wird verfeinert in* Strukturiertheit des Anforderungsdokuments und Strukturiertheit der Architektur.
- Strukturiertheit der Architektur *wird gemessen durch* die Metrik Kopplung zwischen Teilsystemen.
- Eine weitere Art der Beziehung, die in diesem Ausschnitt nicht dargestellt ist, ist eine *beeinflusst* Beziehung, die beispielsweise zwischen Strukturiertheit der Architektur und dem QA Effizienz herrscht. Dieser Einfluß kann unterstützend aber auch hemmend sein.

#### 5 Checklisten

Aus dem Verfeinerungsgraphen werden je nach Beziehung, verschiedene Checklisten abgeleitet. Diese Checklisten werden dann anstelle des Verfeinerungsgraphen im Verfeinerungsprozess während des Requirements Engineerings genutzt.

- Die **Problem-Verfeinerungscheckliste** gibt Hilfestellung bei der Verfeinerung von NFAs während des Empress Verfeinerungsprozesses ohne Lösungen vorwegzunehmen.
- Die **Lösungs-Verfeinerungscheckliste** gibt Hilfestellung bei der Frage wie man NFAs im Projekt realisiert.
- Die **Initialisierungscheckliste** gibt Hilfestellung, bei Aspekten die vor dem Verfeinern überprüft werden müssen (z.B. welche Notation für das Systempflichtenheft genutzt werden muss) und stellt die Beziehungen der NFAs zu den FAs her.
- Die **Abhängigkeitscheckliste** gibt Hilfestellung beim Überprüfen der Abhängigkeiten zwischen NFAs, FAs und EEs.

#### 6 Zusammenfassung

Am Beispiel von Wartbarkeit wurde skizziert, wie NFAs messbar verfeinert werden können. Basis für die Verfeinerungsmethode ist ein erfahrungsbasierter Verfeinerungsgraph. Dieser Graph enthält auch Maße für frühe Phasen. Abhängigkeiten zwischen FAs, NFAs und EEs werden bei der Verfeinerung explizit dokumentiert. Diese Abhängigkeiten werden bei der Systemerstellung und bei späteren Änderungen genutzt. Der Verfeinerungsgraph kann unternehmensspezifisch adaptiert sein. Weitere Arbeiten in Rahmen von Empress beschäftigen sich mit einer detaillierten Beschreibung des Prozesses und der Produkte, der Empfehlung bzw. Auswahl passender Notationen (Abhängigkeitsgraph, Systemlastenheft & Systempflichtenheft) und dem Erstellen von Verfeinerungsgraphen für weitere Qualitätsattribute.