

# Umsetzung von Qualitätskriterien an Anforderungen

Frank Stöckel, HOOD Group, München

Dr. Uwe Sterr, Audens, Backnang

März, 2003

## Einführung

Auf der Basis der in Ref[1] definierten Qualitätskriterien wird in der folgenden Arbeit die Umsetzung der Qualitätskriterien bei der Formulierung von natürlich sprachlich formulierten Anforderungen aufgezeigt. Die beschriebenen Anregungen stellen somit eine konstruktive Maßnahme dar, mit dem Ziel, Fehler in natürlich sprachlich formulierten Anforderungen zu vermeiden. Somit stellt dieser Teil die Umsetzung der Anforderungen an die Anforderungen dar, der im Entwicklungsprozess der Lösungsphase (Design etc.) entspricht.

## 1 Ziel und Inhalt des vorliegenden Teils

Im Folgenden werden Tipps und Anregungen gegeben, inwieweit natürlich sprachlich formulierte Anforderungen möglichst fehlerfrei formuliert werden können. Dies wird anhand der in Ref[1] beschriebenen Qualitätskriterien separat für jedes Kriterium durchgeführt, um auch eine differenzierte Vorgehensweise bzgl. der unterschiedlichen Qualitätskriterien zu fördern.

## 2 Umsetzung der Kriterien in der natürlichen Sprache

Getrennt nach den inneren und äußeren Qualitätskriterien werden im Folgenden Hilfestellungen bei der Formulierung von natürlich sprachlich formulierten Anforderungen aufgeführt.

### 2.1 Innere Qualitätskriterien

#### 2.1.1 Eindeutigkeit

Dabei ist zu beachten, dass der Leser einen anderen Informationsstand hat als der Autor und deshalb Begriffe unterschiedlich

interpretiert werden können. Eine Definition von Begriffen (nicht nur von Abkürzungen) in einem Glossar schafft hier Eindeutigkeit. Es kann vorteilhaft sein sich der aktiven Ausdrucksform zu bedienen. Dadurch wird sichergestellt, dass das ausführende Element genannt wird. Auf höheren Anforderungsebenen (Kunden bzw. Nutzeranforderungen) kann jedoch auch teilweise das Passiv besser sein, weil das Subjekt bzw. der ausführende Teil des System zu dem Zeitpunkt noch nicht vorgegeben werden soll. Beim Überprüfen muss darauf geachtet werden, dass nicht mehrdeutige Wörter z. B. Weak Words (Details in Ref[1] Kapitel 2.1.1.1) verwendet werden. Eigenschaftswörter (z. B. sparsam, schnell) sind auch mehrdeutig und sind möglichst zu vermeiden bzw. zu quantifizieren (Details in Ref[1] Kapitel 2.1.1.2). Die Eindeutigkeit einer Anforderung lässt sich einige Tage nach dem Verfassen genauer beurteilen. Dann sind die Gedanken, die der Autor beim Verfassen hatte, schon verblasst und der Unterschied zwischen beabsichtigten und tatsächlich Geschriebenen wird deutlich. Die Überprüfung durch Einbindung einer weiteren Person, die bei der Erstellung nicht beteiligt war, stellt eine weitere Maßnahme zur Verbesserung der Eindeutigkeit dar. Mehrdeutige Anforderungen sind nicht nachweisbar. Wenn Anforderungen bzgl. ihrer Eindeutigkeit zu überprüfen sind, kann dies durch eine Überprüfung der Nachweisbarkeit unterstützt werden. Anforderungen, die nicht nachweisbar sind, sind meist mehrdeutig.

#### Tipps

- Begriffe definieren, Glossar erstellen
- Klärung, ob Aktiv oder Passiv anzuwenden ist
- Keine mehrdeutigen Wörter verwenden, wie z. B. Weak-Words
- Eigenschaftswörter quantifizieren
- Anforderung selbst nicht am Tage des Erstellens überprüfen
- 4-Augenprinzip anwenden

### 2.1.2 Innere Vollständigkeit

Bei dieser Regel ist zu beachten, dass die Vollständigkeit für jeden zu erwartenden Leser

gewährleistet sein muss. Bei der Formulierung von Anforderungen können Autoren dazu neigen Selbstverständlichkeiten in die Anforderungen nicht explizit aufzunehmen. Der Grund dafür liegt in der Annahme, dass dies allen bekannt sein müsste und deshalb nicht noch einmal erwähnt werden müsse. Durch die angenommenen Selbstverständlichkeiten besteht die Gefahr unvollständige Anforderungen zu formulieren. Wenn Anforderungen formuliert werden und noch bestimmte Informationen fehlen, ist es ratsam, die Stelle in der Anforderung mit einem vordefinierten Wort bzw. Kürzel zu kennzeichnen, damit die noch nicht vollständigen Anforderungen auch als solche sofort erkannt werden können. Denkbar wäre z. B. die Abkürzung tbd (to be defined).

#### Tipps

- Versetzen Sie sich in die Rolle eines Lesers
- Anforderung selbst nicht am Tage des Erstellens überprüfen
- 4-Augenprinzip anwenden

### 2.1.3 Innere Widerspruchsfreiheit (innere Konsistenz)

Je kürzer, eindeutiger und verständlicher eine Anforderung formuliert wurde, desto einfacher kann man innere Widersprüche auffinden.

### 2.1.4 Realisierbarkeit

Schon bei der Definition der Anforderungen an ein System muss der komplette Lebenszyklus des Systems bedacht werden. Entwicklung, Produktion, Verifikation, Betrieb, Wartung und Wiederverwendung müssen realisierbar sein. Einschränkungen, die sich aus einer Phase ergeben, müssen im Anforderungsdokument berücksichtigt werden. Insbesondere die Entwicklungsabteilung muß den Kunden über die Realisierbarkeit und deren Kosten einzelner Anorderungen frühzeitig informieren.

### 2.1.5 Verständlichkeit

Eine verständliche Anforderung zu schreiben, ist häufig aufgrund der Komplexität des Sachverhalts nicht einfach. Zur Verständlichkeit tragen Kommentare, Begründungen und das Glossar bei. Es muss

jedoch darauf geachtet werden, dass Kommentare und Begründungen klar von den Anforderungen getrennt sind.

Kurze Sätze und die Vermeidung von Verschachtelungen sind Grundvoraussetzungen. Durch die Anordnung „Subjekt – Verb – Objekt“ werden Sätze im Allgemeinen verständlicher. Aktivsätze sind auch verständlicher als Passivsätze. Bedingungen müssen an den Anfang eines Satzes platziert werden. Dies ermöglicht einfache und damit verständliche Satzkonstruktionen. Scheitert es trotz mehrfachen Versuchs eine Anforderung in der natürlichen Sprache verständlich zu formulieren, dann sollte über andere mögliche Notationsformen von Anforderungen nachgedacht werden. Unter Umständen ist eine Skizze, ein Zustands- oder ein Ablaufdiagramm besser geeignet.

#### **Tipps**

- Kommentare, Begründungen etc. getrennt von den Anforderungen verwalten
- Einsatz eines Glossar
- Kurze Sätze, keine Verschachtelung
- Subjekt – Verb – Objekt
- Bedingungen am Satzanfang
- Alternative Ausdrucksformen bzw. Notationen erwägen

#### **2.1.6 Nachweisbarkeit**

Es ist notwendig sich bei der Erstellung einer Anforderung Gedanken zu machen, ob und wie die Erfüllung dieser Anforderung nachgewiesen werden kann. Diese Überlegung führt dazu, dass man Anforderungen formuliert, die nachgewiesen werden können. Folgende Nachweismethoden sind grundsätzlich denkbar:

- Test
- Analyse
- Inspektion
- Review of Design

Falls eine Anforderung nicht nachweisbar ist, kann eine Vertragserfüllung weder erwiesen noch widerlegt werden. Eine solche Anforderung ist nicht selten der

Ausgangspunkt unerfreulicher Diskussionen. Als vorteilhaft hat sich erwiesen z. B. die Testabteilungen in die Anforderungsüberprüfungsaktionen (z. B. Inspektionen, Review etc.) einzubinden, um die Nachweisbarkeit von Anforderungen sicherzustellen.

#### **2.1.7 Identifizierbarkeit**

Um die Identifizierbarkeit zu gewährleisten, muss eine Anforderung mit einer eindeutigen Kennung versehen werden. Eine Kennung, die an eine Anforderung vergeben wurde, darf nicht nochmals vergeben werden, selbst wenn sie gelöscht wurde. Kennungen dürfen sich aufgrund von Verschiebungen in einem Dokument nicht verändern. Deshalb sind Kapitelnummern nur eingeschränkt einsetzbar.

#### **Tipps**

- Kennung nur einmal vergeben
- Kennung soll statisch sein
- Kennung muss auch innerhalb eines Projektes bzw. Unternehmens eindeutig sein

#### **2.1.8 Atomizität**

Da jede Anforderung nur einen Sachverhalt spezifizieren darf, wird verhindert, dass Anforderungen übersehen werden. Außerdem kann dann von einer Anforderung auf das relevante Abnahmekriterium separat verwiesen werden. Auswirkungenanalysen können dadurch auch genauer durchgeführt werden.

#### **Tipp**

- Ein Satz eine Anforderung

#### **2.1.9 Innere Redundanzfreiheit**

Wird innerhalb einer Anforderung eine Aussage mehrfach aufgeführt, kann durch Änderung der Aussage, die nur an einer Stelle durchgeführt wird, ein innerer Widerspruch entstehen.

Das nur einmalige Anführen einer Aussage reduziert den Änderungsaufwand.

## 2.2 Äußere Qualitätskriterien

### 2.2.1 Notwendigkeit

Das spezifizierte System muss alle Anforderungen des Kunden wie auch Vorgaben (z. B. Gesetze, Unternehmensziele, Fertigungsvorschriften etc.) erfüllen, nicht mehr, aber auch nicht weniger. Jede Anforderung hat daher seinen Ursprung in einer Anforderung des Kunden, den Normen (Vorgaben) oder in Schnittstellen. Zu den Kundenanforderungen gehören auch die Randbedingungen, nach denen sie umgesetzt werden müssen. Auf der Basis der Top-Down Zerlegung ergeben sich auch Schnittstellen zwischen den einzelnen Sub-Systemen, die auch mit Hilfe von Anforderungen genau definiert werden müssen. Der Einsatz eines RM Werkzeuges kann hier die Überprüfung unterstützen. Um die Überprüfung des Kriteriums Notwendigkeit unterstützen zu lassen, wird jedoch ein gut ausgearbeitetes Informationsmodell benötigt.

### 2.2.2 „Korrekte Abstraktionsebene“

Abhängig von der Ebene enthalten Anforderungen mehr oder weniger Lösungselemente. Anforderungen sollten nicht unnötigerweise Lösungen enthalten, die den Entwicklungsfreiraum einschränken. Je höher die Ebene bzw. je näher sie an den eigentlichen Bedürfnissen sind, desto weniger Lösungen sollten sie enthalten. Parallel zu den Bedürfnissen sind jedoch auch Design-Vorgaben denkbar, die vom Kunden oder den Randbedingungen explizit vorgegeben werden. Konkrete Lösungen sind z. B. auch sinnvoll, wenn Schnittstellen zu angrenzenden Systemen beschrieben werden. Oft ist es der Fall, dass der Kunde unbeabsichtigt unnötige Lösungen in den Anforderungen zu früh formuliert. Der Analyst hat nun die Aufgabe die unnötigen Lösungsvorgaben zu finden und mit dem Kunden die Bedürfnisse in lösungsneutralere Anforderungen umzuformulieren.

### 2.2.3 Widerspruchsfreiheit

Je klarer die Struktur des Anforderungsdokumentenbaumes und des Anforderungsdokuments, desto leichter

können äußere Widersprüche erkannt werden. In umfangreichen Projekten werden äußere Widersprüche häufig nicht entdeckt, wenn sie in der Dokumentation durch mehrere Seiten getrennt sind. Eine Möglichkeit ist es nach Schlagwörtern aus der Anforderung im Dokument zu suchen und alle gefunden Anforderungen in ein temporäres Dokument zu kopieren. In dieser Darstellungsform können äußere Widersprüche sehr schnell erkannt werden. Details zu dem Thema sind in Ref[1] Kapitel 2.2.1 zu entnehmen. Der Einsatz einer geeigneten Dokumentengliederung kann auch die Widerspruchsfreiheit dadurch erhöhen, dass mögliche im Widerspruch stehende Anforderungen in einem Kapitel enthalten sind und somit eine Überprüfung durch einen direkten Vergleich bzw. einer Gegenüberstellung der Anforderungen sehr schnell durchführbar ist.

#### Tipps

- Klar strukturierter Anforderungsdokumentenbaum
- Einheitlich und klar strukturierte Anforderungsdokumente
- Verschiedene Sichten auf die Anforderungen
- Einhaltung der Worthygiene

### 2.2.4 Korrekt abgeleitet

Ob eine Anforderung richtig abgeleitet wurde ist nur im Kontext zu überprüfen. Wichtig ist dabei die Quelle der Anforderung. Abhängig von der Abstraktionsebene kann die Quelle z.B. ein Kundenbedürfnis, eine Systemanforderung oder eine Vorgabe darstellen. Des Weiteren ist zu beachten, dass eine Anforderung in mehrere Anforderungen weiter abgeleitet werden kann bzw. eine Anforderung wurde von verschiedenen Anforderungen abgeleitet. Somit ergibt sich hier eine Beziehungsregel zwischen Anforderungen nach n:m. Bei der Ableitung gibt es zwei Kriterien zu beachten. Mit der Ableitung steigt in der Regel die Lösungsdichte der Anforderungen, d. h. die Anforderungen enthält mehr Lösungen. Des Weiteren wird die Anforderung aus der Sicht des folgenden Systems formuliert. So werden User Requirements eher mehr aus der Sicht der Nutzer bzw. Kunden formuliert und die Systemanforderungen mehr aus der Sicht des



zu entwickelndes Systems, welches die Aufgabe hat die Bedürfnisse der Nutzer bzw. Kunden zu erfüllen. Nach der Top-Down Zerlegung des Systems (auch Dekomposition genannt) werden die einzelnen Anforderungen auf die definierten Teilsysteme abgeleitet.

### 2.2.5 Äußere Vollständigkeit

Eine gut strukturierte Dokumentation ist für die Sicherstellung des Kriteriums hier entscheidend. Die Struktur beginnt beim Erstellen des Anforderungsdokumentenbaumes und erstreckt sich bis in die Vorgabe der Kapitel einzelner Anforderungsdokumenten. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Beziehung zwischen Anforderungen. Anforderungen haben in der Regel eine übergeordnete Anforderung (Ursprungsanforderung bzw. Quelle) und eine abgeleitete Anforderung. Beziehungen zwischen den Anforderungen sollten abgespeichert werden können. Klassische Textverarbeitungssysteme bieten an dieser Stelle nur wenig Möglichkeiten. Hat eine Anforderung keine abgeleitete Anforderung, dann ist dies ein Hinweis darauf, dass diese Anforderung bei der Anforderungsverfeinerung übersehen wurde. (Diese Aussage gilt nicht für Anforderungen der letzten Abstraktionsebene).

#### Tipps

- Einheitlich und klar strukturierte Anforderungsdokumente
- Beziehungen zwischen Anforderungen dokumentieren

### 2.2.6 Äußere Redundanzfreiheit

Wird eine Anforderung mehrfach in dem zu beschreibenden Bereich aufgeführt, besteht die Gefahr, dass durch die Änderung der Anforderungen, die nur an einer Stelle vorgenommen wird, ein äußerer Widerspruch entsteht. Das nur einmalige Anführen einer Anforderung reduziert den Änderungsaufwand.

## 3 Weitere konstruktive Methoden zur Sicherstellung der Anforderungsqualität

Darüber hinaus gibt es noch weitere Methoden bzw. Vorgehensmodelle aus dem Themengebiet Anforderungsmanagement, die auch das Ziel verfolgen Fehler in Anforderungen zu vermeiden. Eine detaillierte Beschreibung dieser Ansätze ist nicht Thema der vorliegenden Arbeit. Im Folgenden werden einige Ansätze nur aufgelistet:

- Satzbaumuster
- Prozessdefinitionen
- Notationsauswahl
- Checklisten
- Wissensvermittlung (Seminare, Workshops, Coaching)
- Regelwerke (siehe Ref[1])
- Erhebung von Anforderungen

## 4 Referenzen

- [1] Anforderungen an Anforderungen  
Frank Stöckel, HOOD Group, Dr. Uwe Sterr, Audens
- [2] Verifikation von Qualitätskriterien an Anforderungen, Frank Stöckel, HOOD Group, Dr. Uwe Sterr, Audens (noch in Arbeit)

Veröffentlichungen von der HOOD Group sind unter <http://www.hood-group.com> verfügbar.

## 5 Über die Autoren

### Frank Stöckel

Herr Frank Stöckel ist bei der HOOD Group als Senior Consultant im Bereich Requirements Management & Engineering (RM&E) tätig. Seine Schwerpunkte liegen in der Einführung von Requirements Management & Engineering in Entwicklungsunternehmen mit Hilfe von Assessments, Seminaren, Workshops und Coaching. Herr Stöckel führt

Werkzeugauswahlverfahren für RM Tools durch, erarbeitet Konzepte zur Realisierung und Einführung von DV-Lösungen unter Einbindung von Werkzeugen des gesamten Entwicklungsprozesses. Er verfügt außerdem über langjährige Erfahrungen im System Engineering und Projektmanagement. Neben seiner Beratungstätigkeit ist er auch in Forschungsprojekten involviert in denen innovative Entwicklungsmethoden bzw. Vorgehensmodelle zusammen mit universitären Einrichtungen erarbeitet werden.

### **Dr. Uwe Sterr**

Dr. Uwe Sterr ist bei der Beratungsfirma AUDENS als freier Mitarbeiter im Bereich optische Intersatellitenkommunikation tätig. Er beschäftigt sich außerdem mit den Themen Requirements Management & Engineering, Konfigurationsmanagement sowie CMMI. Diese Gebiete betreut er von der Planungs- und Konzeptphase bis zur werkzeugunterstützten Umsetzung. Aufgrund seiner langjährigen Tätigkeit als Systemingenieur in internationalen Raumfahrtprojekten verfügt er über detaillierte Kenntnisse von Prozessen in komplexen Entwicklungsprojekten.