

Qualitätsanforderungen an Embedded-Software – Teil 2: Die Erfassungsmethode

Anforderungen zu erfassen und zu verwalten ist ein wesentlicher Schlüssel zum Projekterfolg. Die Embedded-Software-Funktionalität lässt sich einfacher in Anforderungen beschreiben als die Qualitätsmerkmale. Dennoch: Qualitätsmerkmale lassen sich nicht am Ende einfach „hineintesten“. Je abstrakter sie sind, desto aufwendiger ist ihre Erfassung. Welche Herausforderung stellt das für ein Projekt dar?

In einem Beispiel führt unser Autor durch die wichtigsten Schritte der Erfassung von Qualitätsanforderungen.

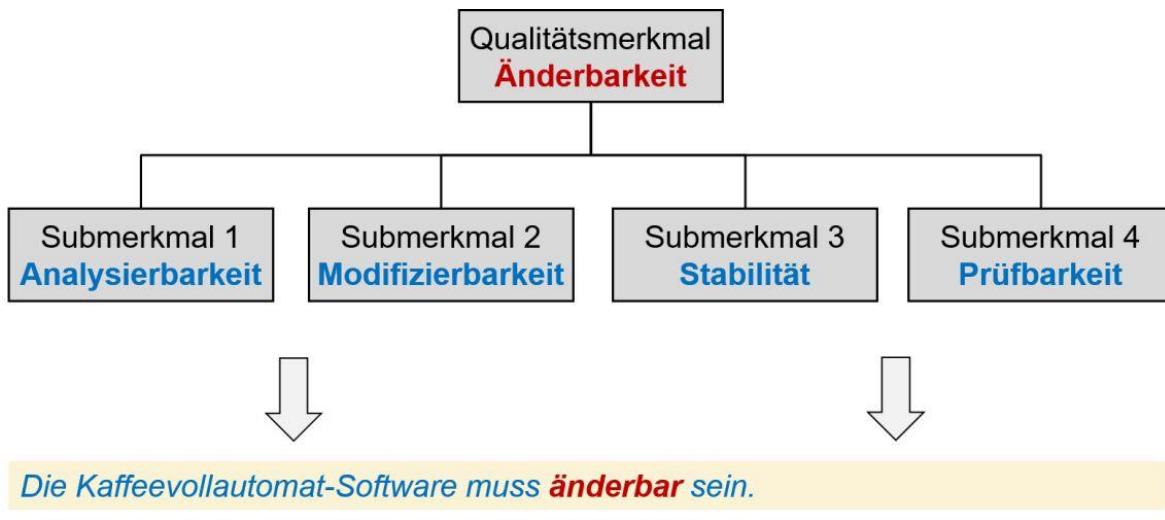


Bild 4: (Abstraktes) Qualitätsmerkmal festlegen

Das Qualitätsmerkmal „änderbar“ wird in diesem Beispiel auf die Software eines Kaffeevollautomaten angewandt, lässt sich aber auf beliebige Produkte übertragen.

Bezogen auf Bild 1 (Beitrag Teil 1) gelten für das Qualitätsmerkmal Änderbarkeit die Subqualitätsmerkmale Analysierbarkeit, Modifizierbarkeit, Stabilität und Prüfbarkeit.

Zu jedem Qualitätsmerkmal formuliert der Anforderungsanalyst erschließende Fragen:

Änderbarkeit

Welche Kenngrößen definieren Analysierbarkeit in der Software?

Modifizierbarkeit

Welche Kenngrößen definieren Modifizierbarkeit der Software?

Stabilität

Welche Kenngrößen definieren Stabilität der Software?

Prüfbarkeit

Welche Kenngrößen definieren Prüfbarkeit in der Software?

Metrik	Erklärung	Wertebereich	
		Min	Max
NSTAT	Anzahl der ausführbaren Anweisungen	1	50
DCAL	Anzahl der direkt aufgerufenen Komponenten	0	7
VG	Komplexität einer Funktion nach McCabe (Cyclomatic Number)	1	15
UJMP	Anzahl der direkten Sprünge (z.B. goto)	0	0
NOUT	Anzahl der Austritte (z.B. return)	1	1
LEVL	Anzahl der Ebenen (Schachtelungstiefe + 1)	1	5
COMF	Anzahl der Kommentare dividiert durch die Anzahl der Anweisungen	0.2	1
VOCF	Vokabel-Frequenz nach Halstead (Indikator für Redundanz)	1	4
AGS	Durchschnittliche Länge einer Anweisung nach Halstead	1	10

Bild 5-1: Quantisierung 1 (Referenzteil für Produkt) festlegen: Softwaremetriken

Das folgende Beispiel basiert auf der Veröffentlichung der DSF Deutsche Flugsicherung GmbH und Brandenburg Technische Universität Cottbus: „Pieper: Definition von Software-Qualitätsmerkmalen“ und „Bennicke, Dörr: New Metric Application“.

Die oben dargestellten Metriken sind ein Beispiel für einen Auszug aus der Referenzdatenbank zum Qualitätsmerkmal Änderbarkeit. Die Metriken und Grenzwerte können zur Quantisierung der Subqualitätsmerkmale Analysierbarkeit, Modifizierbarkeit, Stabilität und Prüfbarkeit herangezogen werden.

Analysierbarkeit	= VG*GW + NSTAT*GW + COMF*GW + AVGS*GW
Modifizierbarkeit	= AVGS*GW + LEVL*GW + UJMP*GW + VOCF*GW
Stabilität	= NOUT*GW + DCAL*GW + UJMP*GW + VOCF*GW
Prüfbarkeit	= LEVL*GW + UJMP*GW + VG*GW

Bild 5-2: Quantisierung 1 (Referenzteil für Produkt) festlegen: Zuordnung und Gewichtung

Nach Bestimmung der Metriken müssen diese den Submerkmalen zugeordnet werden:

$$\text{Analysierbarkeit} = a + b + c + \dots$$

$$\text{Modifizierbarkeit} = a + b + c + \dots$$

$$\text{Stabilität} = a + b + c + \dots$$

$$\text{Prüfbarkeit} = a + b + c + \dots$$

Nach Zuordnung der Metriken müssen diese gewichtet werden:

$$\text{Analysierbarkeit} = a * x + b * x + c * x + \dots$$

$$\text{Modifizierbarkeit} = a * x + b * x + c * x + \dots$$

$$\text{Stabilität} = a * x + b * x + c * x + \dots$$

$$\text{Prüfbarkeit} = a * x + b * x + c * x + \dots$$

Die Summe aller Gewichtungsfaktoren pro Subqualitätsmerkmal muss 100 ergeben.

Beim Errechnen der Änderbarkeit wird eine Metrik mit „1“ bewertet, wenn der Messwert innerhalb des Wertebereichs liegt. Ist der Wertebereich nicht erfüllt, wird die Metrik mit „0“ bewertet.

Für das konkrete Systeme werden im Regelungsteil die Wertebereiche der einzelnen Metriken und deren Gewichtung angepasst.

Summe pro (Sub-) Qualitätsmerkmal	Erfüllungsgrad (Quantisierung)
100	3
67 – 99	2
34 – 66	1
0 – 33	0

Bild 5-3: Quantisierung 1 (Referenzteil für Produkt) festlegen: Bewertungsschema für jedes (Sub-) Qualitätsmerkmal

Im Referenzteil ist auf Basis der berechenbaren Ergebnisse die Quantisierung in [Erfüllungsgrad] festgelegt. Beim Subqualitätsmerkmal ist die Bedeutung der Quantisierung eindeutig.

Definition: Beim Qualitätsmerkmal muss sich der Grad der Erfüllung auf jedes Subqualitätsmerkmal übertragen. Ist also der Erfüllungsgrad 4 auf Qualitätsmerkmalebene gefordert, so müssen alle Subqualitätsmerkmale ebenfalls diesen Grad erfüllen.

Metrik	Erklärung	Wertebereich	
		Min	Max
NSTAT	Anzahl der ausführbaren Anweisungen	1	50
DCAL	Anzahl der direkt aufgerufenen Komponenten	0	7
VG	Komplexität einer Funktion nach McCabe (Cyclomatic Number)	1	15
UJMP	Anzahl der direkten Sprünge (z.B. goto)	0	0
NOUT	Anzahl der Austritte (z.B. return)	1	1
LEVL	Anzahl der Ebenen (Schachtelungstiefe + 1)	1	5
COMF	Anzahl der Kommentare dividiert durch die Anzahl der Anweisungen	0.2	1
VOCF	Vokabel-Frequenz nach Halstead (Indikator für Redundanz)	1	4
AGS	Durchschnittliche Länge einer Anweisung nach Halstead	1	10

Bild 6-1: Quantisierung 2 (Regelungsteil für Projekt) festlegen: Wertebereiche der Softwaremetrik definieren

Im Regelungsteil erfolgt die projektspezifische Anpassung der Wertebereiche der Metriken.

Analysierbarkeit	= VG*25 + NSTAT*25 + COMF*25 + AVGS*25
Modifizierbarkeit	= AVGS*25 + LEVL*25 + UJMP*25 + VOCF*25
Stabilität	= NOUT*25 + DCAL*25 + UJMP*25 + VOCF*25
Prüfbarkeit	= LEVL*33 + UJMP*33 + VG*34

Bild 6-2: Quantisierung 2 (Regelungsteil für Projekt) festlegen: Gewichtung der Softwaremetriken

Im Regelungsteil erfolgt die projektspezifische Anpassung der Gewichtung der Metriken für jedes Qualitätsmerkmal.

Summe pro (Sub-) Qualitätsmerkmal	Erfüllungsgrad (Quantisierung)
67 – 99	2

Bild 7: Konkrete Anforderung mit Test-Case erfassen

Aus Basis dieser konkreten Software-Anforderung weiß der Softwareentwickler, welche Metriken er bei der Implementierung zu beachten hat. Der Softwaretester kann die Metriken ermitteln und damit verifizieren, ob eine Änderbarkeit von mindestens 2 erreicht ist.

In der Anforderung und im Test-Case ist der Begriff „änderbar“ zum Referenz- und Regelungsteil in der Datenbank verlinkt.

Fazit

Schaffen Sie in Ihrem Unternehmen bei Ihren Mitarbeitern das Bewusstsein und Verständnis von Qualitätsanforderungen.

Auch wenn der Aufwand für die Quantisierung von abstrakten zu konkreten Qualitätsmerkmalen erst mal hoch ist – Sie profitieren davon in allen nachfolgenden Projekten!

Alles zu Requirements Engineering und Qualitätsanforderungen

Holen Sie sich im [MicroConsult Seminar zu Requirements Engineering und Management](#) das notwendige Wissen, um qualitativ hochwertige Anforderungen und dazu passende Abnahmekriterien zu entwickeln und zu dokumentieren. Die aktuell überarbeitete Version des Seminars fußt auf 10 Jahren Coaching- und Seminarerfahrung aus der Praxis.

Autor: Thomas Batt

Thomas Batt studierte nach seiner Ausbildung zum Radio- und Fernsehtechniker Nachrichtentechnik. Seit 1994 arbeitet er kontinuierlich in verschiedenen Branchen und Rollen im Bereich Embedded-/Realtime-Systementwicklung. 1999 wechselte Thomas Batt zur MicroConsult GmbH. Dort verantwortet er heute als zertifizierter Trainer und Coach die Themenbereiche Systems/Software Engineering für Embedded-/Realtime-Systeme sowie Entwicklungsprozess-Beratung.

Wollen Sie sich auf den aktuellen Stand der Technik bringen?

[MicroConsult Training & Coaching zum Thema Prozessmanagement](#)

[MicroConsult Training & Coaching zum Thema Requirements Engineering und Requirements Management](#)

[MicroConsult Fachwissen zum Thema Prozessmanagement](#)