



□ Martin Heidenreich

(E-Mail: martin.heidenreich@it-qbase.de)

ist als Berater und Entwickler für die IT-QBase GmbH in Bad Nauheim tätig. Zu seinen Schwerpunkten gehören die Analyse und die Optimierung von Requirements Management Prozessen, das Customizing von Rational/DOORS®-Installationen sowie die Evaluierung von Möglichkeiten zur Qualitätsverbesserung im Requirements Engineering.

## Metriken und Werkzeugunterstützung zur Überprüfung von Anforderungen

Gotthold Ephraim Lessing, der große Dichter der Aufklärung, bemerkte bereits im 18. Jahrhundert: „Der Langsamste, der sein Ziel nicht aus den Augen verliert, geht noch immer geschwinder, als jener, der ohne Ziel umherirrt“. Ziele bilden die Grundlage für jedes Produkt und spiegeln sich in den sich daraus ergebenden Anforderungen an das Produkt oder eine gebotene Dienstleistung wider. Der nachfolgende Artikel beschäftigt sich mit der Bedeutung, den Risiken und Folgen fehlerhaft formulierter Anforderungen und zeigt Möglichkeiten der werkzeuggestützten Qualitätssicherung von natürlichsprachigen Anforderungen im Requirements Engineering durch die Software Requalize auf.

Das Requirements Engineering ist das disziplinierte und systematische Vorgehen zur Erhebung, Analyse, Spezifikation und Validierung von Anforderungen. Jedes Unternehmen betreibt Requirements Engineering – oftmals jedoch unbewusst. Aufgrund fehlenden Wissens von Vorgehensweisen und Methoden wird das Potenzial des Requirements Engineering selten in seiner Gesamtheit erkannt, wodurch Leistungsfähigkeit ungenutzt bleibt. Ein wichtiges Ziel des Requirements Engineering ist die Schaffung eines gemeinsamen – eines gleichen – Verständnisses aller beteiligten Personen (Auftraggeber, Auftragnehmer, involvierte Mitarbeiter) über das zu entwickelnde Produkt bzw. die zu entwickelnde Dienstleistung im gesamten Entwicklungsprozess.

### Anforderungen

Zum Erreichen gesteckter Ziele werden Anforderungen spezifiziert, die möglichst exakten Beschreibungen über Funktionalität und Beschaffenheit eines Produktes oder einer Dienstleistung entsprechen. Anforderungen werden fast ausschließlich

in natürlicher Sprache formuliert; daher liegt ein besonderer Fokus in der Struktur und Formulierung von Anforderungen. Neben wichtigen Aspekten der Anforderungsspezifikation wie Eindeutigkeit, Nachprüfbarkeit oder Widerspruchsfreiheit gilt es, eine einheitliche Kommunikationsschnittstelle, die für alle am Entwicklungsprozess beteiligten Personen gleich verständlich ist, zu etablieren.

### Folgen von Fehlern in natürlichsprachigen Anforderungen

Eine Anforderung an ein Steuergerät im Motorenbau wurde mit folgender Formulierung gestellt: *Das Steuergerät sollte bei nachlassendem Druck der Kraftstoffeinspritzung die Motorleistung auf „Notlauf“ einstellen.*

Diese Anforderung wurde bei der Entwicklung des Motors und der Steuerlektronik mit größtmöglichem Interpretationsspielraum realisiert – mit der Folge, dass im Praxisbetrieb innerhalb kürzester Zeit eine große Anzahl von Kunden die Servicewerkstatt aufsuchen mussten, da das Steuergerät die Notlaufeigenschaft des

Motors bereits bei minimalem Abfall des Druckes aktivierte. Für den Hersteller bedeutete dieses einen erheblichen Imageverlust verbunden mit sehr hohen Kosten.

### Risiken bei der Formulierung natürlichsprachiger Anforderungen

Die gebräuchlichste Form der Kommunikation von Anforderungen ist die Verständigung mittels Sprache. Sprache prägt uns von Geburt an und bildet die Grundlage jeglicher Kommunikation und jeglichen gesellschaftlichen Umgangs. Die natürliche Sprache dient als Medium unseres Denkens. Sie birgt jedoch auch Gefahren. Um den Sinn gesprochener Wörter zu verstehen, ist eine Transformationsleistung von Worten und Zusammenhängen in ihrer Bedeutung von unserem Gehirn zu erbringen. Durch die unterschiedliche Sozialisation, durch Prägung und Erfahrung jedes einzelnen Menschen werden Informationen subjektiv wahrgenommen und unterschiedlich interpretiert. Dieses Phänomen wird in der Psychologie allgemein als Tiefenstruktur bezeichnet.

Im Requirements Engineering besteht also die Notwendigkeit, Anforderungen so zu formulieren, dass eine korrekte Rückführung auf die vollständigen unverzerrten Informationen ermöglicht wird. Im Zuge der Umsetzung von Requirements Engineering sollte eine Sensibilisierung der involvierten Mitarbeiter für den exakten Gebrauch des Kommunikationsträgers „Sprache“ erfolgen. Das Ergebnis der Anforderungsspezifikation muss die Realität ohne sprachliche Defekte widerspiegeln, damit die richtige Transformation der Anforderungen in ihre Bedeutungen erfolgen kann. Das identische Verständnis von *Sender* und *Empfänger* muss gewährleistet sein.

**Unterstützung der Qualitätssicherung durch Verwendung von Metriken**

Die Überprüfung der Qualität sollte nicht erst nach Fertigstellung eines Produkts erfolgen, sondern bereits in der Phase der Erhebung und Spezifikation der zugrunde liegenden Anforderungen. Je früher Fehler im Entwicklungsprozess gefunden und behoben werden, umso niedriger liegen die Fehlerfolgekosten in den folgenden Lebenszyklen. Im Vergleich zur Fehlersuche und -behebung in einem Produkt in der Marktphase können die Fehlerfolgekosten bei Behebung in der Phase der Anforderungsspezifikation um bis 90% niedriger sein.

In der Praxis dienen sogenannte Reviews zur Qualitätssicherung, die aufgrund ihres Umfangs sehr zeit- und kostenintensiv sind. Zuverlässig durchgeführte Reviews einer hohen Anzahl von Anforderungen führen bei den beteiligten Mitarbeitern zwangsläufig zu nachlassender Konzentration und Ermüdung, wodurch sich häufig Fehler und Ungenauigkeiten einschleichen. Eine Ursache für die Überlastung der beteiligten Mitarbeiter und den sich daraus ergebenden Mängeln in der Überarbeitung der Anforderungen liegt oftmals in der schlechten Organisation von Reviews und deren unregelmäßiger Durchführung. Zusätzlich fehlt es zahlreichen Unternehmen an einheitlichen Richtlinien und Kriterien, weil für beteiligte Mitarbeiter keine klaren Checklisten zur Überprüfung von Anforderungen existieren. Es besteht also ein branchenübergreifender Bedarf einer strukturierten Vorgehensweise für Reviews.

Durch Aufbereitung und Darstellung festgelegter Kriterien in Metriken kann die Qualität der Struktur und der Anforderungen messbar gemacht werden. Mit ihnen kann festgestellt werden, ob die Anforderungen den definierten unternehmensinternen Standards entsprechen. Die allgemein gebräuchlichen Kriterien – wie Korrektheit, Vollständigkeit oder Notwendigkeit – können nur subjektiv bestimmt werden und sind schwer mess- und vergleichbar, weshalb für eine werkzeuggestützte Qualitätssicherung qualifizierbare (und dadurch erst vergleichbare) Kriterien entwickelt worden sind.

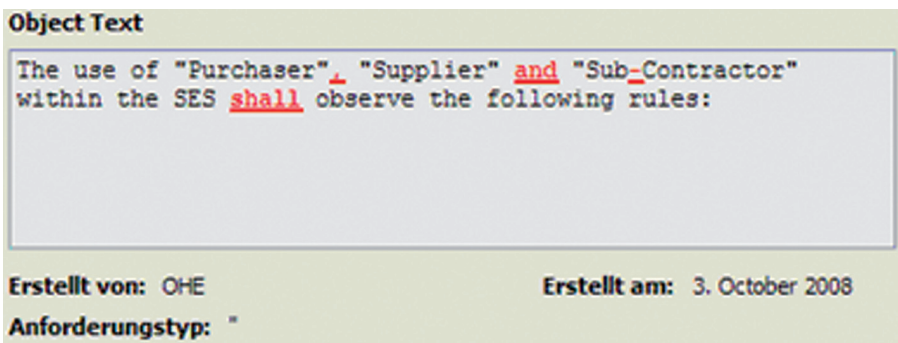


Abb. 1: Markierung der zu vermeidenden Zeichen/Worte.

Das Beratungsunternehmen IT-QBase hat mit verschiedenen Kunden qualifizierbare Metriken konzipiert, welche in die folgenden Kategorien eingeteilt werden können:

- **Strukturbasierte Metriken**  
Kennzahlen zum Projektumfang: Stellt die Komplexität von Projekten wie auch die Granularität und Struktur von Anforderungsmodulen dar.
- **Textbasierte Metriken**  
Kennzahlen zu Anforderungen: Leere wie auch mehrdeutige, missverständliche Anforderungen werden aufgedeckt.
- **Metriken zu Verknüpfungen**  
Kennzahlen zur Verknüpfung von Anforderungen: Liefert Informationen über Abhängigkeiten und mögliche Flaschenhälse.

Aus eigenen langjährigen Erfahrungen und Erkenntnissen im Requirements Engineering wurde ein Werkzeug für die automatisierte Ermittlung von Metriken zur Qualitätssicherung entwickelt.

**Werkzeuggestützte Qualitätssicherung von Anforderungen mit IT-QBase Requalize®**

Das Werkzeug „Requalize“ unterstützt die strukturierte Durchführung von Reviews,

indem es eine automatisierte Analyse von natürlichsprachigen Anforderungen durchführt. Als Ergebnis werden Informationen und Metriken zur Verfügung gestellt, die potenzielle Fehler der analysierten Anforderungen aufzeigen. Mitarbeiter sind hierdurch in der Lage, die durch die Auswertungen angezeigten „kritischen“ Anforderungen gezielt zu überprüfen. Auffälligkeiten in Form von Abweichungen der festgelegten Qualitätskriterien werden hervorgehoben und können unmittelbar behoben werden.

Um die Gefahr von Fehlinterpretationen von Anforderungen zu vermeiden, die durch sprachliche Defekte verursacht werden, sollte mit einem abgestimmten und festgelegten Wortschatz formuliert werden, sodass alle beteiligten Personen ein gleiches Verständnis der Anforderungen haben. Die Einhaltung von Vorgaben in der Formulierung von Anforderungen verhindert Missverständnisse und Mehrdeutigkeit – besonders auch die sich daraus ergebende Transformation von Anforderungen. Ein Vorgabekatalog zur Vermeidung ungewollter Zeichen und Worte erhöht die Genauigkeit und Lesbarkeit von Anforderungen. Zu den zu vermeidenden Worten gehören beispielsweise Satzverknüpfungen mit „oder“/„und“ sowie alle Wörter mit Interpretationsspielraum, wie zum Beispiel *einfach, kurz oder benutzerfreundlich*.

**Beispiel:**

Die Anforderung: „Ein Motor *soll* auch bei *niedrigen* Temperaturen *schnell* anspringen“, verdeutlicht das Problem der gekennzeichneten ungenauen Worte. Das Wort *soll* impliziert kein Muss. Was ist *niedrig*: 10 Grad, -5 Grad? Welcher Zeitraum wird unter *schnell* verstanden: eine Stunde, drei Sekunden?

Kommata gehören zu den zu vermeidenden Zeichen in Anforderungen, da sie auf

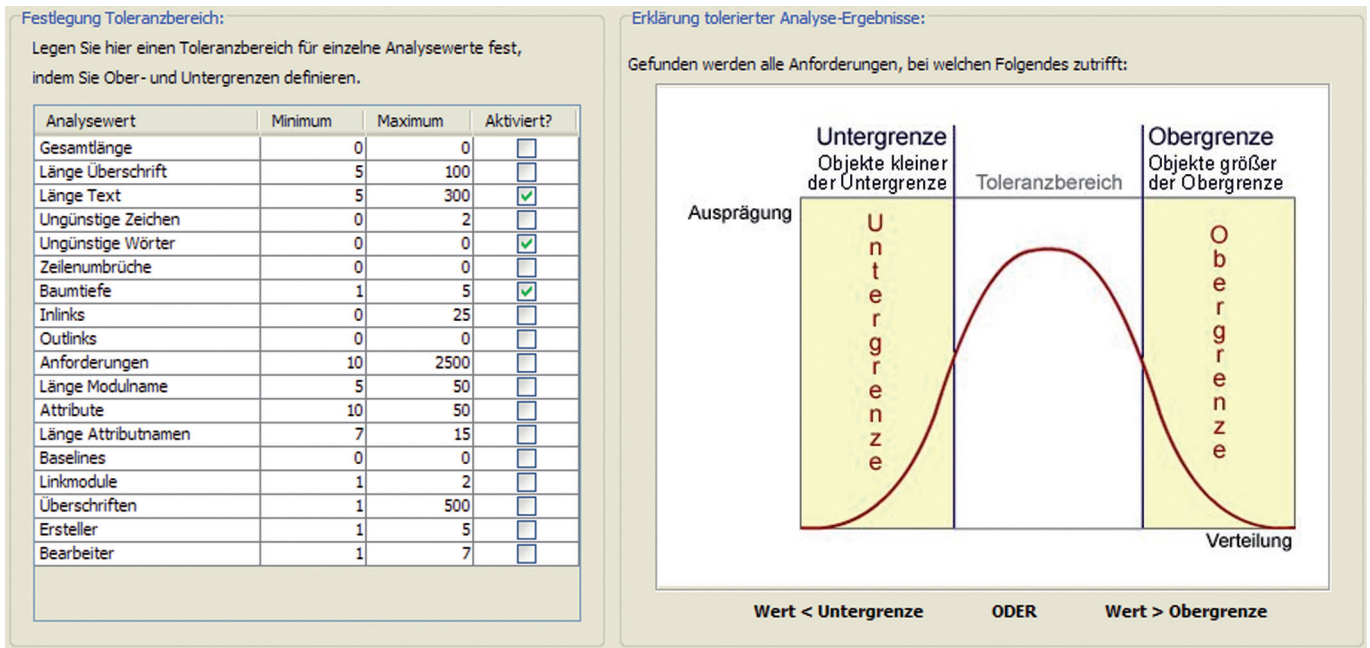


Abb. 2: Toleranzwerte für Anforderungen.

komplexe Satzstrukturen hinweisen, die das Verständnis von Anforderungen erschweren oder sie unnötig in die Länge ziehen. Genauso deuten Anforderungen mit mehr als 500 Zeichen auf Fließtext statt einer präzisen Anforderung hin.

Verbesserungswürdige Anforderungen werden durch Requalize identifiziert, um gezielt Standards zur Spezifikation zu erlassen und Fehler in der Formulierung von Anforderungen vermeiden zu können.

Kriterien zur Überprüfung von Anforderungen in Projekten können innerhalb von Requalize individuell ausgewählt, unternehmensspezifische Toleranzbereiche festgelegt werden. Definiert ein Unternehmen eine eindeutig formulierte Anforderung mit nicht weniger als vier und mit nicht mehr als 24 Worten, können diese Werte als Unter- und Obergrenze für die Anzahl der Worte in Requalize festgelegt werden. Bei Qualitätsmessungen können gezielt Anforderungen gefiltert werden, die außerhalb dieses Toleranzbereichs liegen. Für jede Kennzahl sollte daher ein Toleranzbereich als Qualitätskriterium festgelegt werden (siehe [Abbildung 2](#): Toleranzwerte für Anforderungen), um gezielt Ausreißer, sprich Anforderungen mit potenziell verbesserungswürdiger Qualität, ermitteln zu können.

Requalize bietet nach einer Qualitätsmessung ausgewählter Anforderungsdaten aus einem Requirements Management Tool einen detaillierten Überblick über die Ergebnisse der Analyse unter Darstellung

verschiedener Kennzahlen, die komfortabel mit den eigenen Qualitätskriterien für Anforderungen abgeglichen werden können. Im aktuellen Release ist die Schnittstelle zu IBM Rational DOORS realisiert, für zukünftige Releases ist die Verarbeitung von Daten aus MS Word und weiteren Requierements Engineering Tools (z. B. RequisitePro und MKS) geplant.

Die zur Verfügung stehenden Sichten geben Einblick in die ermittelten Kennzahlen:

1. *Projektübersicht*

Überblick über alle Module eines Projektes inklusive aller enthaltenen Anforderungen, wobei beispielsweise alle verwendeten Abkürzungen oder die durchschnittliche Länge einer Anforderung einzusehen sind.

2. *Modulübersicht*

Einblick in die Kennzahlen eines Moduls: Struktur- und Qualitätsunterschiede fallen unmittelbar ins Auge.

3. *Anforderungsanalyse*

Einsicht in die Kennzahlen einer spezifischen Anforderung mit der Möglichkeit gegebenenfalls Korrekturen in einem Requirements Management Tool vorzunehmen.

4. *Linkübersicht*

Übersicht über die Verknüpfung und Abhängigkeiten von Anforderungen.

Mithilfe einer werkzeuggestützten Analyse mit Requalize können Missachtungen der zuvor festgelegten unternehmens- oder projektinternen Richtlinien aufgedeckt werden. Fehlerhafte, unverständliche Anforderungen

**Analyse der Struktur:**

	Modul	Ø Analyse	x Analyse	⊖ Abweic...
Anforderungen	2389	889,72	343,00	1499,28
Leere Anforderungen	140	0,03	1,00	0,03
Überschriften	412	107,69	83,00	304,31
Überschriften/Anforderungen	0,17	0,11	0,09	0,06
Komplett befüllte Anforderungen	0	0,00	0,00	0,00
Länge Modulname	38	37,14	38,00	0,86
Attribute	64	63,76	64,00	0,24
Ø Länge Attributnamen	11,00	8,62	17,50	2,38
Unterschiedliche Attribut-Typen	23	22,76	23,00	0,24
Baseline	1	0,00	0,00	1,00
Linkmodule	1	0,59	0,00	0,41

Abb. 3: Darstellung strukturbasierter Metriken.

derungen können selektiert und gegebenenfalls überarbeitet werden.

**Grenzen der automatisierten Qualitätsmessung**

Die werkzeuggestützte Qualitätssicherung im Requirements Engineering kann eine Qualitätssicherung nicht automatisch übernehmen. Die mithilfe des Werkzeugs Requalize ermittelten Metriken decken Auffälligkeiten in der Formulierung und Strukturierung von Anforderungen auf. Die durch Kennzahlen hervorgehobenen potenziell „schlechten“ Anforderungen sind einer manuellen Prüfung zu unterziehen, das Gewicht der Bewertung ist also im Kontext zu beleuchten.

Zehn „ungünstige“ Worte in einer Anforderung mit 1500 Zeichen müssen nicht unbedingt eine „schlechte“ Anforderung darstellen. Es gibt Anforderungen, die trotz dieser Länge kein Potenzial zur kürzeren, prägnanteren Formulierung haben und bei denen aufgrund des komplexen Inhalts auch nicht auf die „ungünstigen“ Worte verzichtet werden kann. Da es jedoch in der Praxis wegen genau solcher potenziell verbesserungsfähigen Anforderungen zu Nachfragen und Fehlern kommt, ist es sinnvoll, durch das Ermitteln dieser Anforderungen nochmals über eine mögliche Umstrukturierung nachzudenken.

Dennoch bedeutet eine vermeintlich „schlechte“ Kennzahl nicht im direkten Umkehrschluss eine „schlechte“ Anforderung – das bleibt weiterhin fallweise zu entscheiden. Die abschließende Bewertung der Kennzahlen und die daraus abzuleitenden Maßnahmen obliegen weiterhin der Qualitätssicherung des Unternehmens, jedoch wird der Zeitpunkt des Erkennens optimierungswürdiger Anforderungen durch den Einsatz einer automatisierten Analyse mit Requalize wesentlich früher erreicht.

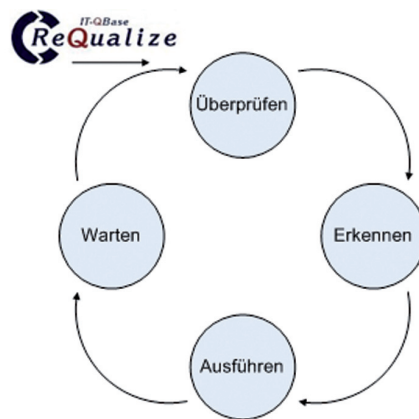


Abb. 4: Zyklus kontinuierlicher Verbesserung.

**Der kontinuierliche Verbesserungsprozess**

Das Aufdecken und Erkennen der Schwachstellen in Anforderungen ermöglicht gezielte Ursachenanalysen und kann für alle an einem Projekt beteiligten Mitarbeiter wichtige Erkenntnisse liefern. Gemeinsam sind Lösungen und Möglichkeiten zur zukünftigen Vermeidung vergleichbarer Fehler zu erarbeiten. Die gewonnenen Erkenntnisse dienen als Grundlage zur Festlegung neuer Standards und Richtlinien zur Formulierung von Anforderungen im Entwicklungsprozess. Regelmäßige Analysen und consequentes Umsetzen der vorgegebenen Richtlinien

führen zu einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess und machen dessen Erfolg messbar.

Die Vermeidung potenziell missverständlicher Anforderungen kann zeitintensive Nachfragen und Überarbeitungen reduzieren, was die Entwicklungskosten von Software bis zu 30% reduziert [Bor06]. Nicht zuletzt daran kann erkannt werden, dass Projekterfolg mit der Güte des Requirements Engineering korreliert. Das konsequente Praktizieren von Requirements Engineering kann Projekte demnach nicht nur zielorientierter zum Erfolg führen, vielmehr können sowohl Zeit („time-to-market“) gespart als auch Kosten gesenkt werden.

Die ideale Basis für den dauerhaften Erfolg von Requirements Engineering ist jedoch eine „offene“ Unternehmenskultur, welche sich durch Kommunikation und Interaktion im Team auszeichnet. Leider ist es unmöglich, perfekte Anforderungen zu spezifizieren. Allerdings können durch den bewussten Umgang mit möglichen Fehlern potenzielle Schwierigkeiten eingedämmt werden. Die von Requalize automatisiert ausgewerteten Metriken unterstützen Requirements Ingenieure dabei, Fehler in Anforderungen systematisch aufzudecken und damit die Effizienz von Anforderungs-Reviews deutlich zu steigern

Detaillierte Informationen zu IT-QBase Requalize erhalten Sie im Internet unter [www.requalize.com](http://www.requalize.com).

**Quellenverzeichnis**

[Bor06] Borland Software Inc., Austin (Texas, USA): New Survey Reveals Chasm Between Perception and Reality When It Comes Software Requirements Management, veröffentlicht am 20.09.2006. [http://www.borland.com/us/company/news/press\\_releases/2006/09\\_20\\_06\\_new\\_survey\\_reveals\\_chasm.html](http://www.borland.com/us/company/news/press_releases/2006/09_20_06_new_survey_reveals_chasm.html).

\*) Alle in diesem Artikel genannten Marken und Produktnamen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber