

Analyse und Optimierung des Anforderungsmanagements am Beispiel des Bereichs Global Engineering der Zollner Elektronik AG

Professor Dr. Frank Herrmann
Innovationszentrum für Produktionslogistik und Fabrikplanung
Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg
Galgenbergstraße 32, 93053 Regensburg
Germany
Frank.Herrmann@OTH-Regensburg.de

Denise Beil
Zollner Elektronik AG
Postgasse 4 93462 Lam
Germany
denise_beil@t-online.de

Abstract—Das vorliegende Projekt beschäftigt sich mit dem Fachgebiet Requirements-Engineering. Im Mittelpunkt der Arbeit steht die Betrachtung des Requirements-Engineerings eines international agierenden Elektronikdienstleisters. Die Erstellung eines Konzepts zu dessen Durchführung bildet hierbei das Ziel der Arbeit. Zu Beginn werden die gängigen Vorgehensweisen im Bereich Requirements-Engineering erläutert. Anhand einer IST-Analyse wird die aktuelle Situation aufgenommen und mithilfe einer Nutzwertanalyse bewertet. Im Anschluss daran werden Kriterien zur Optimierung des Requirements-Engineerings ausgewählt. Zu jedem Kriterium werden mögliche Lösungen gesammelt, um so eine höhere Bewertung zu erzielen. Aus der Menge der Lösungen ergeben sich verschiedene Lösungsvarianten zur Optimierung. Hieraus wird die Lösung ausgewählt, welche die größte Nutzwertsteigerung liefert. Abschließend werden die notwendigen Schritte zur Umsetzung der Lösungsvariante in einer Handlungsempfehlung beschrieben.

Keywords—Anforderungsmanagement, Anforderung, Requirements-Engineering, Requirements-Management.

I. EINLEITUNG

Wie aktuelle Studien belegen, stellen fehlerhafte, unvollständige oder unklare Anforderungen einen der Hauptgründe für das Scheitern von Projekten dar. Aus diesem Grund gewinnt das Requirements-Engineering (RE) in den verschiedensten Branchen an immer größerer Bedeutung. In der Abteilung Global Engineering (GE) der Zollner Elektronik AG, gibt es zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine einheitliche Vorgehensweise, für die Bearbeitung eingehender Anforderungen. Vor diesem Hintergrund sollen die notwendigen Rahmenbedingungen für das RE im Bereich GE erarbeitet werden, wodurch eine Beurteilung der aktuellen Situation auf Basis des Stands der Technik ermöglicht wird. Dabei ist aufzuzeigen, welche Aufgaben des REs bereits gut umgesetzt sind und bei welchen Themen Handlungsbedarf besteht.

Das Ziel dieses Projekts besteht darin, ein Konzept für die Durchführung des REs zu erstellen. Durch die spätere Um-

setzung der Ausarbeitungen soll der Nutzwert für das RE im Bereich GE nachweislich gesteigert werden. Zusätzlich ist die Verwendbarkeit von Checklisten bzw. Templates innerhalb des REs zu klären. Darüber hinaus soll eine geeignete Software zur Dokumentation und Verwaltung der Anforderungen vorgeschlagen werden.

II. REQUIREMENTS-ENGINEERING

A. Notwendigkeit

Der Hauptgrund für das Scheitern von Projekten bzw. für das Nichterreichen der Marktziele von Produkten ist ein mangelhaftes RE. Dies wird von verschiedenen Studien belegt. Die jährlichen Studien von Gartner liefern beispielsweise folgendes Resultat: Obwohl das RE nur 2-5% des Projektaufwands darstellt, haben die Fehler in Anforderungen die größten Auswirkungen. [9, vgl. S. 3] Hinzu kommt, dass ein Anforderungsfehler umso höhere Kosten verursacht, je später er im Projektverlauf entdeckt wird. [6, vgl. S. 10]

B. Begriffsdefinitionen

Anforderung

Um den Begriff der Anforderung zu definieren, wird in der Literatur beispielsweise bei Rupp, Ebert, Pohl und Hruschka auf die Begriffsdefinition des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) verwiesen. Das IEEE, ein weltweiter Berufsverband von Ingenieuren [1, vgl. S. 13], hat den Anforderungsbegriff im Standard 610.12-1990 wie folgt festgelegt.

Zum einen bezeichnet eine Anforderung eine Eigenschaft oder Fähigkeit, die von einem Benutzer zur Lösung eines Problems oder zur Erreichung eines Ziels benötigt wird. Der Benutzer kann hierbei ein System oder auch eine Person sein. Außerdem stellt eine Anforderung eine Eigenschaft oder Fähigkeit dar, die ein System oder Teilsystem erfüllen oder besitzen muss, um einen Vertrag, eine Norm, eine Spezifikation oder

weitere formale Vorgaben zu erfüllen. Eine Anforderung ist zudem, eine dokumentierte Repräsentation einer Eigenschaft oder Fähigkeit, wie in den ersten beiden Punkten beschrieben. [2, vgl. S. 65]

Der oben genannte Standard des IEEE wurde im Jahre 2011 von dem neuen Standard ISO/IEC/IEEE 29148 abgelöst. Im neuen Standard des IEEE wird der Begriff der Anforderung nur sehr knapp behandelt, dennoch wird zur Vollständigkeit darauf eingegangen. Eine Anforderung ist demnach als eine Aussage, welche ein Bedürfnis und die damit verbundenen Einschränkungen und Bedingungen ausdrückt bzw. übersetzt, definiert. [3, vgl. S. 9]

Mit der Anforderungsspezifikation gibt es ein eigenes Dokument, in dem alle beschriebenen Anforderungen zusammengefasst werden. [1, vgl. S. 12]

Requirements-Engineering

Laut dem International Requirements-Engineering Board (IREB), einem Expertengremium welches sich mit der Zertifizierung von Fachkräften im Bereich RE beschäftigt, handelt es sich beim RE um eine Disziplin zur Spezifikation und zum Management von Anforderungen unter Erreichung bestimmter Ziele. Ein Ziel ist es, die erforderlichen Anforderungen zu kennen, Übereinstimmung der Stakeholder im Bezug auf die Anforderungen zu erreichen, die Anforderungen nach bestimmten Standards zu dokumentieren und sie systematisch zu managen. Außerdem sollen die Wünsche und Bedürfnisse der Stakeholder verstanden und dokumentiert werden. Des Weiteren soll ein System ausgeliefert werden, das auch mit den Wünschen und Bedürfnissen der Stakeholder übereinstimmt, deshalb sind die Anforderungen dementsprechend zu spezifizieren und zu managen. [5] [1, vgl. S. 13]

Der Begriff des RE wird auch als (System-)analyse [1, vgl. S. 15] oder Anforderungsanalyse [1, vgl. S. 10] bezeichnet.

In mehreren Werken zum RE, wie z.B. bei Hruschka, Ebert, Pohl oder auch Rupp, erfolgt eine Gliederung des REs in wenige Kernaktivitäten. Laut Rupp und den SOPHISTen [1, vgl. S.14] ist das RE in vier Haupttätigkeiten gegliedert. Dazu gehören die Ermittlung, das Dokumentieren, das Prüfen und Abstimmen und die Verwaltung von Anforderungen. Die einzelnen Aktivitäten werden in den nachfolgenden Kapiteln näher erläutert.

Requirements-Management

Das Requirements-Management (RM) gehört zu den vier Haupttätigkeiten des REs und bildet mit der Verwaltung der Anforderungen einen Teilbereich hiervon. Gleichbedeutende Begrifflichkeiten sind Anforderungsverwaltung oder Anforderungsmanagement (AM). [1, vgl. S. 368] Laut der Definition von Pohl und Rupp umfasst das RM alle für die Dokumentation, Änderung und Nachverfolgung der Anforderungen, erforderlichen Maßnahmen. [4, vgl. S. 14 f. + S. 125] [1, vgl. S. 368]

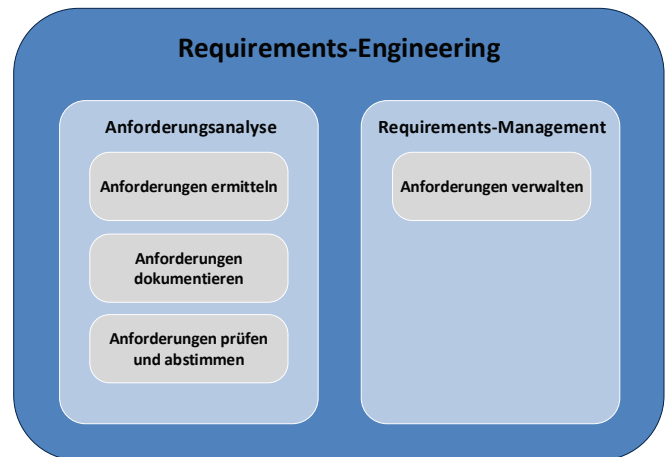


Figure 1. Zusammenhang von RE und RM.

C. Vorgehensweisen

Betrachtet man die zeitliche Einordnung des REs, ergeben sich aus der Literatur zwei grundsätzliche Ansätze für die Vorgehensweise. Da sich dieses Projekt im Gegensatz zur Literatur nicht auf Entwicklungsprojekte bezieht, wurden die folgenden Ansätze der einzelnen Vorgehensweisen an Projekte allgemein angepasst.

1) RE als Phase:

Einerseits wird das RE in Modellen wie z.B. dem Wasserfallmodell oder dem V-Modell, als einzelne Phase betrachtet. Der RE-Prozess wird für jedes Projekt zu Beginn des eigentlichen Projektes durchlaufen. Am Ende der Phase geht die Anforderungsspezifikation hervor, die alle Anforderungen für dieses Projekt beinhaltet und Informationsgeber für die weiteren Phasen ist. Die Anforderungsermittlung wird immer nur für ein einziges Projekt durchgeführt und ist somit völlig autark im Bezug auf sonstige Projekte. Hierbei kann weiter zwischen dem „Sequenziellen RE“ und dem „Parallelen RE“ unterschieden werden. Die zeitliche Einordnung der einzelnen Projekte grenzt diese beiden Unterarten voneinander ab. [6, vgl. S. 30 f.] Bei der sequentiellen Vorgehensweise werden die kompletten Anforderungen für das beispielhafte Projekt A ermittelt und spezifiziert. Im Anschluss daran beginnt Projekt A. Erst wenn Projekt A komplett abgeschlossen ist, kann mit der RE-Phase für ein neues Projekt, in diesem Fall für Projekt B, begonnen werden. [6, vgl. S. 31] Beim parallelen Vorgehen werden die Anforderungen weiterhin getrennt für die Projekte A, B und C ermittelt und dokumentiert. Der Unterschied zum sequentiellen RE besteht darin, dass beim parallelen RE die RE-Phase und die Projektarbeit simultan ablaufen können. Während der Durchführung des Projektes B kann beispielsweise schon mit der RE-Phase für Projekt C begonnen werden. [6, vgl. S. 30 f.]

2) Kontinuierliches RE:

Das kontinuierliche RE zeichnet sich durch phasen- und projektübergreifende Eigenschaften aus. Dieser Ansatz ist bereits in vielen Vorgehensmodellen verwirklicht, wobei sich

die Stärke der Umsetzung je nach Projekt unterscheidet. Beispiele für solche Modelle sind der Rational Unified Process oder Scrum. Demnach fallen die in der Literatur oftmals separat behandelten agilen Vorgehensweisen bei diesem Ansatz mit unter das kontinuierliche RE. Pohl unterscheidet zwei Qualitätsstufen innerhalb des kontinuierlichen REs: Das phasenübergreifende und das projektübergreifende RE. Diese beiden Aktivitäten werden im Folgenden näher erläutert. [6, vgl. S. 34] Beim phasenübergreifenden RE erstreckt sich die RE-Phase über den gesamten Projektzeitraum, wodurch die Anforderungen beständig und nachvollziehbar erfasst und verwaltet werden. Die Projekte A, B und C stehen beispielsweise mit dem zugehörigen RE über ihren gesamten Lebenszyklus in Kontakt. Dadurch erhält das RE beispielsweise Änderungsanträge aus dem laufenden Projekt. Veränderungen werden somit während des kompletten Entwicklungsprozesses erkannt und ausgewertet, wodurch eine frühzeitige Berücksichtigung ermöglicht wird. [6, vgl. S. 34 f.] Das projektübergreifende Vorgehen zeichnet sich durch eine andauernde Erfassung und Verwaltung der Anforderungen aus. Diese ist nicht zwingend an einzelne Projekte gebunden und stellt somit eine Erweiterung zum phasenübergreifenden RE dar. Dadurch wird die Zusammenstellung von Anforderungen für ein neues System aus der Menge der bereits bekannten Anforderungen ermöglicht. Anschließend wird das Projekt auf Grundlage der Anforderungen durchgeführt. Veränderungen von Anforderungen oder Kontext werden fortlaufend aktualisiert. Anforderungen können sowohl für Projekt B als auch für Projekt C gelten. [6, vgl. S. 35]

D. Tätigkeiten des Requirements-Engineerings

1) Anforderungen ermitteln:

Der erste Schritt in der Anforderungsanalyse, die Ermittlung der Anforderungen, beginnt mit der Identifizierung der notwendigen Anforderungsquellen. Die drei typischen Anforderungsquellen werden im folgenden beschrieben. [1, vgl. S. 77]

Wichtige Informationen zur Generierung von Anforderungen können in Dokumenten enthalten sein. Beispiele hierfür sind Gesetzestexte, Normen oder andere Standards. Die darin enthaltenen Vorgaben können erhebliche Auswirkungen auf Projekte haben, indem sie z.B. bestimmte Standards für die Entwicklung vorgeben. Außerdem dienen branchen- oder organisationsspezifische Dokumente als weitere Anforderungsquelle. Hierzu zählen etwa Anforderungsdokumente, Schulungsunterlagen oder Fehlerberichte des Altsystems und Dokumentationen zu Prozessen und Arbeitsanweisungen. [1, vgl. S. 77]

Eine weitere Quelle für Anforderungen bilden Systeme im Betrieb. Darunter fallen Alt- bzw. Vorgängersysteme oder auch Konkurrenz- und Nachbarsysteme. Die aktuellen Systeme können von den Stakeholdern getestet werden. So ist es möglich, Entscheidungen bezüglich Erweiterungen oder Änderungen leichter zu treffen. [1, vgl. S. 77]

Unter einem Stakeholder versteht man eine Person oder Organisation mit potenziellem Interesse am zukünftigen System. Aus diesem Grund gehen von den Stakeholdern auch Anforderungen an dieses System ein, wodurch sie eine weitere wesentliche Anforderungsquelle bilden. [6, vgl. S. 65] [1, vgl. S. 77]

Für die unterschiedlichen Arten von Anforderungen gibt es verschiedene Techniken, um diese zu ermitteln.

Durch den Einsatz von Kreativitätstechniken ist es möglich, neuartige Ideen zu erarbeiten und so die unterbewussten Begeisterungsfaktoren zu ermitteln. Zu diesen kreativen Techniken gehören das Brainstorming, die Methode 6-3-5 und der Wechsel der Perspektive. [1, vgl. S. 99]

Um die Basisfaktoren zu erhalten, die die meisten Stakeholdern voraussetzen oder ihnen unterbewusst bekannt sind, eignen sich Beobachtungstechniken. Dazu gehören beispielsweise die Feldbeobachtung, wobei die Stakeholder bei der Ausführung ihrer Tätigkeiten beobachtet werden. Des Weiteren können Anforderungen durch Apprenticing, also durch Erlernen der Tätigkeiten der Stakeholder, ermittelt werden. [1, vgl. S. 103 f.]

Die Befragungstechniken zählen zu den klassischen Methoden zur Ermittlung von Anforderungen mit unterschiedlichster Detailtiefe. Wichtig ist, dass sich der Stakeholder den Anforderungen bewusst sein muss und sie sprachlich beschreiben kann. Durch geschicktes Einsetzen dieser Technik können so Leistungsfaktoren, Basisfaktoren und auch nicht-funktionale Anforderungen ermittelt werden. Die Durchführung von Befragungstechniken erfolgt durch den Einsatz von Fragebögen oder Interviews. [1, vgl. S. 105 f.]

Bei den artefaktbasierten Techniken geht es um die Wiederverwendung von Lösungen oder Erfahrungen aus bestehenden Systemen. Die Technik ermittelt die gesamte Funktionalität und das detaillierte Verhalten bestehender Systeme. Somit werden die Basisfaktoren des Systems aufgedeckt und zusätzlich enthaltene Leistungsfaktoren erkannt. Rupp empfiehlt eine kombinierte Anwendung der artefaktbasierten Techniken mit anderen Ermittlungstechniken, um gültige, alte und neue Anforderungen zu erhalten. Die Technik wird weiter in die Systemarchäologie und den Reuse untergliedert. [1, vgl. S. 110]

Die Systemarchäologie ermittelt Anforderungen anhand des vorhandenen Systems oder Dokumenten zum jeweiligen System. Man kann sich hierbei immer tiefer vorarbeiten wie z.B. bei Softwareprojekten bis hin zur Code-Recherche. [1, vgl. S. 110 f.]

Eine weitere Möglichkeit um Anforderungen artefaktbasiert zu ermitteln ist der Reuse, also die Wiederverwendung. Wurde bereits ein Projekt durchgeführt, welches Ähnlichkeiten zum aktuellen Projekt aufweist, können Dokumente oder sogar Anforderungen aus dem früheren Projekt für das aktuelle wiederverwendet werden. Deshalb ist auch eine gute

Dokumentation der Anforderungen sinnvoll, um diese auch wiederverwenden zu können. In der Praxis werden Probleme oft einfach neu gelöst, anstatt nach einer bereits bestehenden Lösung zu suchen. Dies kann mit dem Einsatz des Reuse verhindert werden. [1, vgl. S. 111 f.]

Zur Steigerung der Effizienz und Qualität der oben genannten Ermittlungstechniken gibt es die Kategorie der unterstützenden Techniken. Diese können ergänzend zu verschiedenen Ermittlungstechniken angewandt werden. Beispiele hierfür sind Audio- und Videoaufzeichnungen, Workshops oder Mind Mapping. [1, vgl. S. 112]

2) Anforderungen formulieren und dokumentieren:

Die Verwaltung aller Anforderungen eines Projekts wird in den Anforderungsdokumenten realisiert. [6, vgl. S. 231] Die gebräuchlichsten Bezeichnungen für die Dokumente sind Anforderungsdokument, Anforderungsspezifikation, Requirements Specification oder Requirements-Spezifikation. [7, vgl. S. 235] Oft ist eine Aufteilung der Anforderungsdokumente in z.B. Lasten- und Pflichtenheft notwendig. Die Erstellung der Anforderungsdokumente unterscheidet sich je nach Vorgehensmodell. Das kontinuierliche RE generiert die Anforderungsdokumente mithilfe der vorliegenden aktuellen Menge von Anforderungen. Beim phasenorientierten RE stellen die Anforderungsdokumente das Ergebnis einer Projektphase dar. Das Lastenheft und das Pflichtenheft sind die zwei Typen von Anforderungsdokumenten, die sich laut Pohl im deutschen Sprachraum durchgesetzt haben. [6, vgl. S. 231]

Die Dokumentation der einzelnen Anforderungen kann entweder natürlichsprachlich oder mithilfe von unterschiedlichsten Diagrammen erfolgen. [1, vgl. S. 186] Für den Bereich GE bei der Zollner Elektronik AG, wird der Fokus auf die natürlichsprachliche Dokumentation gelegt.

Anforderungen die in natürlicher Sprache dokumentiert werden, nennt man auch Prosaanforderungen. Diese Art der Anforderungsdokumentation ist die am meisten genutzte Technik zur Dokumentation. Ein großer Vorteil dieser Technik besteht darin, dass die Sprache allen Beteiligten ausreichend bekannt ist. Zugleich kann die Verwendung der natürlichen Sprache auch einige Probleme mit sich bringen. [1, vgl. S. 187]

Dazu gehören die Tilgung, die Verzerrung und die Generalisierung, die auch sprachliche Effekte genannt werden. Bei der Tilgung werden Teile der Information, die als selbstverständlich oder dem Empfänger der Information bekannt angesehen werden, weggelassen. Geht es dabei um Anforderungen können so relevante Informationen übersehen werden. Eine Umgestaltung oder schlimmsten Falls Verfälschung der Wirklichkeit tritt bei dem Effekt der Verzerrung auf. Hierbei wird eine reale Tatsache derart abgeändert, dass es beim Betrachter zu einem Zerrbild kommt. Neue Informationen werden so besser mit bestehenden Vorstellungen des Menschen zusammengefasst. Dadurch können wiederum wichtige Informationen verloren gehen. Der Vorgang der Generalisierung überträgt einmalige Erfahrungen auf andere

ähnliche Situationen oder verwandte Sachverhalte und macht sie somit allgemeingültig. Dies kann beim RE nützlich sein. Eine zu starke Generalisierung sollte vermieden werden, denn dadurch können globale Anforderungen entstehen, die nur für einen Teil des Systems angemessen sind, wodurch Fehler- und Sonderfälle übersehen werden. [1, vgl. S. 129 f.]

Um die eben beschriebenen sprachlichen Effekte bei der Anforderungsdokumentation zu minimieren, schlägt Rupp den Einsatz des SOPHIST-Regelwerks und die Verwendung von Anforderungsschablonen vor. [1, vgl. S. 216 f.]

Das so genannte SOPHIST-Regelwerk beschäftigt sich mit der Identifizierung sprachlicher Effekte in Anforderungen. Hierbei werden verlorene oder verfälschte Informationen analysiert und die sprachlichen oder inhaltlichen Mängel durch Umformen eliminiert. [1, vgl. S. 133 ff.] Für diesen Vorgang wurden von Rupp 18 Regeln aufgestellt, die es zu beachten gilt. Diese sind wiederum nach ihrer Priorität in die Klassen „hoch“, „mittel“ und „niedrig“ aufgeteilt. [1, vgl. S. 163] Da der Aufwand dafür, jede Anforderung nach diesen 18 Regeln zu untersuchen, sehr hoch ist und in der Realität meist nicht umgesetzt werden kann, ist es möglich nur einige der Regeln gemäß der Priorität anzuwenden. [1, vgl. S. 216]

Der schablonenbasierte Ansatz nach Rupp hilft dabei, den Aufwand zur Dokumentation der Anforderungen signifikant zu verringern. Die Technik ist leicht anwendbar und liefert Anforderungen hoher Qualität unter optimalen Zeit- und Kostenfaktoren. Außerdem eignen sich die Anforderungsschablonen neben dem Aufbau auch zur späteren Qualitätssicherung der Anforderungen. Das Prinzip hierfür ist denkbar einfach: Es geht darum wie die Anforderung syntaktisch korrekt aussieht. Damit wird bereits zu Beginn eine Vielzahl der klassischen Fehler bei der Formulierung verhindert. Ein Beispiel hierfür sind Passivsätze, welche nichts darüber aussagen für wen die jeweilige Funktion gedacht ist. Der große Vorteil dieser Schablonen ist die Tatsache, dass alle Anforderungen einen gleichartigen Aufbau besitzen, deshalb werden sie auch syntaktische Anforderungsschablonen genannt. Rupp stellt für verschiedene Arten der Anforderungen eine eigene Schablone vor. [1, vgl. S. 217 ff.] Der Ansatz der Anforderungsschablonen wird auch von Ebert [9, vgl. S. 107], Hruschka [7, vgl. S. 129], Pohl [6, vgl. S. 246] und Niebisch [8, vgl. S. 106] zur Dokumentation vorgeschlagen bzw. in Anlehnung an Rupp übernommen.

Figure 2 zeigt das Beispiel einer Anforderungsschablone für funktionale Anforderungen in Anlehnung an Rupp [1, vgl. S. 220] und Ebert [9, vgl. S. 107]. Die Anforderungen werden mithilfe der Schablone schrittweise aufgebaut. Im ersten Schritt werden das System, das Produkt oder die Komponenten benannt. Als Nächstes wird die Wichtigkeit unter Verwendung von „muss“, „soll“ oder „wird“ festgelegt. Danach wird die Funktion des Systems durch ein Vollverb, auch Prozesswort genannt, ausgedrückt. Anschließend wird die Art der Funktionalität des Systems festgelegt. Es kann einerseits „fähig sein“ etwas zu tun, also etwas selbsttätig

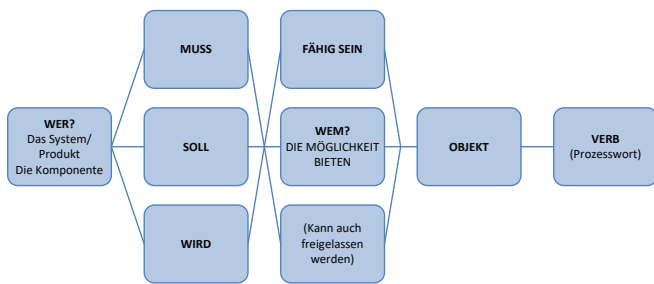


Figure 2. Beispiel einer Schablone für funktionale Anforderungen.

durchführen, andererseits kann es eine Interaktionsmöglichkeit anbieten oder etwas in Abhängigkeit eines Dritten ausführen. Gibt es ein Objekt, auf das sich das festgelegte Prozesswort bezieht, wird dieses als Nächstes definiert. Zuletzt können Bedingungen angegeben werden, die eine Durchführung der Funktionalität auslösen. [1, vgl. S. 220 ff.]

Durch die Verwendung der Anforderungsschablone wurde bereits der Beitrag zur syntaktischen Korrektheit der einzelnen Anforderungen gemacht. Damit ist die Anforderung aber noch nicht auf dem gewünschten Qualitätsniveau. Um das zu erreichen, ist es notwendig, die semantischen Inhalte in der Anforderungsschablone richtig zu füllen. Eine gleiche Verwendung der Wortwahl ist durch mehrere Personen nur dann gewährleistet, wenn der verfügbare Wortschatz eingeschränkt ist. Zudem müssen die zu verwendenden Wörter eindeutig festgelegt werden. [1, vgl. S. 225]

Die Schlüsselwörter zur Festlegung der rechtlichen Verbindlichkeit können beispielsweise in einer Tabelle dargestellt werden. Zu den einzelnen Schlüsselwörtern wird dessen Bedeutung für alle Beteiligten verständlich formuliert. [1, vgl. S. 226]

Auch die verwendeten Prozesswörter, also Vollverben, sollten klar definiert werden. Somit soll sichergestellt werden, dass die Beteiligten alle genau das Gleiche unter einem Prozesswort verstehen. Umgesetzt werden kann dies anhand einer so genannten Prozesswortliste. Diese Liste enthält alle Vollverben die innerhalb des Projekts verwendet werden. Rupp schlägt den Aufbau der Liste weiterhin so vor, dass eine Spalte für die Prozesswörter, eine Spalte für deren Bedeutung und eine weitere Spalte für Synonyme zum jeweiligen Prozesswort existieren. Gibt es für ein Wort verschiedene Interpretationsmöglichkeiten, sollte die gewünschte Bedeutung ebenfalls angegeben werden. Für die Definition des betreffenden Objekts werden in der Regel Substantive verwendet. Auch diese sollten, wie die Prozesswörter, in einer entsprechenden Liste, dem Glossar, geführt werden. Eventuelle Abkürzungen für verwendete Substantive sollten in dieser Liste ergänzt werden. Enthalten Anforderungen zudem eine Bedingung, sollte diese genau und einheitlich formuliert werden. Hilfreich ist es hierzu beispielsweise die Bedingungen immer mit den Konjunktionen zu beginnen. [1, vgl. S. 227 ff.]

3) Anforderungen prüfen und abstimmen:

Mit der Prüfung und Abstimmung von Anforderungen wird gewährleistet, dass die Anforderungen unter Einhaltung ihrer Qualitätskriterien dokumentiert wurden. [4, vgl. S. 101] Laut Hruschka spielt der Begriff des Quality Gateways, abgekürzt Quality Gate, eine zentrale Rolle bei der Prüfung von Anforderungen. Die dokumentierten Anforderungen werden zur Überprüfung durch solche Quality Gates getrieben, um die Einhaltung der Qualitätskriterien zu einem bestimmten Zeitpunkt sicherzustellen. [7, vgl. S. 276] Betrachtet man die zeitliche Lage der Quality Gates gibt es drei verschiedene Möglichkeiten: Es wird „einmal“, „öfter“ oder „andauernd“ durchlaufen. Beim phasenorientierten RE gibt es beispielsweise am Ende der Analysephase ein zentrales und einmaliges Quality Gate. Hruschka empfiehlt jedoch, mehrere Quality Gates in sein eigenes Vorgehensmodell einzubauen und rät zudem zum regelmäßigen Prüfen der Anforderungen durch solche Gateways. Fest steht, dass die Quality Gates benötigt werden, um die genauen Zeitpunkte zur Prüfung von Anforderungen zu definieren. [7, vgl. S. 277]

Pohl und Rupp definieren die folgenden drei Hauptziele bzw. Qualitätsaspekte der Prüfung von Anforderungen: Inhalt, Dokumentation und Abgestimmtheit. [4, vgl. S. 103 ff.]

Werden Anforderungen auf inhaltliche Fehler untersucht, fällt dies unter den Qualitätsaspekt „Inhalt“. Enthält eine Anforderungen inhaltliche Fehler ziehen sich diese auch durch alle folgenden Aktivitäten im Projekt. Beispiele für inhaltliche Fehler sind die Verletzung der Qualitätskriterien für Anforderungen (und das Anforderungsdokument). [4, vgl. S.104]

Beim Prüfen von Anforderungen nach dem Qualitätsaspekt „Dokumentation“ geht es um Fehler in der Dokumentation oder um Verstöße bei der Einhaltung festgelegter Vorschriften zur Dokumentation. Solche Fehler können nachfolgende Entwicklungsaktivitäten aufhalten. Anforderungen können von den Empfängern dadurch nicht mehr verstanden werden. Es kann ebenfalls zu nicht dokumentierten Informationen kommen. Außerdem können Anforderungen übersehen werden, da sie sich nicht am richtigen Platz innerhalb der Spezifikation befinden. [4, vgl. S. 105 f.]

Mängel in der Abstimmung von Anforderungen zwischen relevanten Stakeholdern betreffen den Qualitätsaspekt „Abgestimmtheit“. Da die Stakeholder während des REs neues Wissen über die Planung des Systems erhalten, ist es möglich, dass sich ihre Meinung zu bereits abgestimmten Anforderungen verändert. Beim Prüfen können die Stakeholder Änderungswünsche benennen ohne nachfolgende Tätigkeiten zu beeinflussen. [4, vgl. S. 106]

Um die Einhaltung der oben genannten Punkte zu überprüfen, gibt es verschiedene Techniken. Für dieses Projekt sind die Reviews und der Einsatz von Checklisten besonders interessant.

Der Großteil der verwendeten Techniken zum Prüfen der Anforderungen sind manuelle Techniken, diese werden unter

dem Oberbegriff Review zusammengefasst. Sie lassen sich weiter in Stellungnahme, Inspektion und Walkthrough unterteilen. Nachfolgend wird die Stellungnahme beschrieben, da diese Technik auch für dieses Projekt relevant ist. Die Anforderungen werden dabei vom Autor an eine dritte Person (beispielsweise einen Kollegen) weitergegeben. Dieser soll die Anforderungen anschließend auf definierte Qualitätskriterien untersuchen. Die gefundenen Mängel werden dokumentiert und kurz beschrieben. [4, vgl. S. 109 f.]

Eine weitere Technik zur Überprüfung von Anforderungen ist der Einsatz von Checklisten. Für das Prüfen von Anforderungen enthält eine Checkliste Fragen, welche die Prüfer von Anforderungen beim Ermitteln von Fehlern unterstützt. In der Praxis ist dies laut Rupp und Pohl eine gängige Technik. Um Checklisten benutzen zu können, müssen vorher die jeweiligen Fragen oder Aussagen dafür festgelegt werden. Quellen für diese Fragen können die Qualitätskriterien für Anforderungen (und Anforderungsdokumente), die drei Hauptziele des Prüfens von Anforderungen oder die potentielle Erfahrung von Prüfern aus abgeschlossenen Projekten sein. Eine Checkliste kann als Leitfaden für die Prüfer dienen. Des Weiteren kann sie als Strukturierungshilfe eingesetzt werden und Fragen enthalten, die beantwortet werden müssen. Somit wird die Arbeit verschiedener Prüfer einheitlich und vergleichbar. Um eine erfolgreiche Anwendung von Checklisten zu erzielen, sollten folgende Punkte eingehalten werden. Bei Verwendung einer Checkliste sollte darauf geachtet werden, diese regelmäßig zu aktualisieren und auf dem neusten Stand zu halten. Um eine gute Handhabbarkeit zu unterstützen, sollte der Umfang der Liste eine Seite nicht überschreiten. Außerdem sind die Fragen möglichst präzise zu formulieren, um viele verschiedene Antworten auszuschließen. [4, vgl. S. 116 f.]

Abschließend wird auf ein wichtiges Prinzip bei der Prüfung von Anforderungen eingegangen. Das Prinzip schreibt die Trennung von Fehlersuche und Fehlerkorrektur vor. Die gefundenen Mängel werden beim Prüfen der Anforderungen nur dokumentiert. Erst anschließend wird für jeden Mangel untersucht, ob dieser tatsächlich einen Fehler darstellt. Diese Trennung fördert die Konzentration auf die Fehlersuche. Die eigentliche Korrektur erfolgt erst nach dem Prüfen, wodurch keine zusätzlichen Fehler produziert werden. [4, vgl. S. 106 f.]

4) Anforderungen verwalten:

Das RM beschäftigt sich mit der Verwaltung von Anforderungen. Zu den Tätigkeiten in diesem Bereich gehört die Vergabe von Attributen, die weiterführende Informationen über eine Anforderung angeben. Eine weitere Aufgabe ist die Generierung von Sichten für eine bestimmte Absicht, also die Auswahl von speziellen Daten aus der gesamten Informationsmenge. Außerdem wird die Priorität von Anforderungen festgelegt, wenn aufgrund finanzieller Kapazitäten eine Auswahl getroffen werden muss. Um eine Basis für zukünftige Tätigkeiten zu schaffen, sollten die Anforderungen auch versioniert werden. Überdies ist die Verfolgbarkeit von Anforderungen (Traceability) zu gewährleisten. Für die Änderung

von bestehenden Anforderungen ist zudem ein Änderungsmanagement notwendig. [7, vgl. S. 304]

Attributierung

Unter der Attributierung von Anforderungen versteht man die Vergabe von Zusatzinformationen für die Anforderungen. Für die Frage, welche zusätzlichen Informationen eine Anforderung besitzen sollte, verweist Hruschka auf das Template von Volere. Demnach ist die Formulierung der Anforderung, also deren Beschreibung, zwingend notwendig. Außerdem sollte als weiteres Attribut eine eindeutige Bezeichnung bzw. Nummer vergeben werden. Diese ermöglicht eine einfache Bestimmung und Referenzierung der Anforderungen. Auch die Angabe einer Quelle sollte unter den Attributen einer Anforderung zu finden sein. Damit sind die Personen gemeint, die an dieser Anforderung beteiligt sind, wie beispielsweise Ersteller, Prüfer, Verantwortlicher der Anforderung. Da jedes Zusatzattribut einen Aufwand bedeutet und auch Zeit kostet, sollte man sich genau überlegen, wie viele Quellen hier angegeben werden. Diese sind so gering wie möglich zu halten. Die Vorlage von Volere enthält zudem Felder zur Angabe der Kundeneinschätzung. Somit ist es möglich die Anforderungen nach Basis-, Leistungs- und Begeisterungsfaktoren darzustellen. Steht eine Anforderung im Konflikt zu einer anderen Anforderung, sollte dies ebenfalls in einem Attribut vermerkt werden. Als weitere Information soll auch die Priorität als Attribut enthalten sein. Zusätzlich kann die Abhängigkeit von Anforderungen zu anderen Anforderungen als Attribut gepflegt werden. Die Angabe von Versionsnummer oder verantwortlichen Personen, sollte im Idealfall für das gesamte Anforderungsdokument angegeben werden, was einen enormen Arbeitsaufwand erspart. In der Praxis kann dies bei vielen Beteiligten oder bei sich unterschiedlich ändernden Anforderungen nicht umgesetzt werden, dann müssen die Attribute auf einer tieferen Ebene vergeben werden. [7, vgl. S.305 ff.]

Sichtenbildung

Die Möglichkeit zur Bildung von bestimmten Sichten, ergibt sich aus der vorherigen Attributierung von Anforderungen. Bei der Sichtenbildung wird nach gewünschten Attributen gefiltert. Ausgewählt werden kann z.B. nach Stakeholder, Status oder auch Anforderungsart. [7, vgl. S. 310]

Priorisierung

Die Priorisierung der Anforderungen ist eine weitere Aufgabe des RMs. Meist werden hierfür dreistufige Bewertungsmöglichkeiten beginnend mit „A: hohe Priorität“ der zweiten Abstufung „B: nice-to-have“ und der letzten Stufe „C: nicht zu schaffen“ verwendet. [7, vgl. S. 311]

Die Priorisierung kann außerdem aufgrund verschiedener Kriterien vorgenommen werden. Ein mögliches Merkmal ist die Kundenzufriedenheit, daneben kann auch die Größe bzw. das bisherige Auftragsvolumen des Kunden miteinbezogen werden. Des Weiteren könnte der Aufwand bezüglich Zeit und Budget berücksichtigt werden. Ebenso ist es möglich, eine Priorisierung anhand der Risiken einzelner Anforderun-

gen durchzuführen. Die Dringlichkeit einzelner Anforderungen eignet sich ebenfalls zur Priorisierung. Im Bereich der Finanzen können auch die Auswirkungen der Anforderung auf Unternehmensumsätze eine Rolle zur Festlegung der Rangfolge spielen. [7, vgl. S. 311 f.]

Aus den Vorschlägen werden einige Kriterien zur Priorisierung ausgewählt. Diese werden von verschiedenen Personen nach Punkten bewertet, woraus sich am Ende eine gewichtete Priorität ergibt. Laut Hruschka werden die Prioritäten in der Praxis meist durch eine Bewertung mit A, B oder C nach dem „Bauchgefühl“ aufgestellt. [7, vgl. S. 313]

Versionierung

Anforderungen können sich über die Dauer des Lebenszyklus eines Systems verändern. Deshalb empfehlen Pohl und Rupp die Anforderungen angemessen zu versionieren. Dieses Vorgehen erlaubt den Zugriff auf spezifische Änderungsstände einzelner Anforderungen während des gesamten Lebenszyklus eines Systems. Eine solche Version einer Anforderung kennzeichnet sich durch eine eindeutige Versionsnummer und einen inhaltlichen Stand der Änderung. Eine Verwaltung der Versionen kann sowohl für Sätze, einzelne textuelle Anforderungen, Teile eines Anforderungsdokuments als auch Anforderungsmodelle durchgeführt werden. Eine Versionsnummer besteht aus den Teilen Version und Inkrement. Das Inkrement wird bei kleinen inhaltlichen Änderungen erhöht. Wurden größere inhaltliche Änderungen vorgenommen, wird die Version erhöht und das Inkrement auf den Wert „0“ zurückgesetzt. Zur Verdeutlichung der Verwendung als Versionsnummer kann diese auch mit einem „V“ begonnen werden. [4, vgl. 142 f.]

Traceability

Zwischen allen Informationen die im Laufe des REs zusammengetragen werden, bestehen verschiedene Verbindungen. [1, vgl. S. 421] Mit dem Bereich Traceability, auch Nachverfolgbarkeit oder Verfolgbarkeit genannt, wird eine Nachverfolgung der Anforderung über den kompletten Lebenszyklus des Systems ermöglicht. [4, vgl. S. 136] Rupp erweitert diese Definition der Traceability insofern, dass alle „Verbindungen und Abhängigkeiten zwischen Informationen, welche während der Analyse, Entwicklung, Wartung und Weiterentwicklung eines Systems anfallen, jederzeit nachvollzogen werden können“. [1, S. 421]

Dabei verfolgt die Traceability folgende Ziele:

- Die Umsetzung der Anforderung kann nachgewiesen werden
- Bestimmte Dokumente können zur Wiederverwendung in anderen Projekten genutzt werden
- Auswirkungen auf Dokumente aufgrund von Änderungen einzelner Anforderungen können ermittelt werden
- Der Aufwand für die Umsetzung einer Anforderung kann ermittelt werden
- Es können Abschätzungen bezüglich des Aufwands für Fehlerbehebungen oder Ursachenforschungen

durchgeführt werden

[1, vgl. S. 422]

Es gibt drei verschiedene Arten dieser Verbindungen. Die Eltern-Kind-Verbindung existiert zwischen Anforderungen mit unterschiedlicher Detailebene. Diese Verbindung stellt die Verfeinerung dar. Bei der Verfeinerung wird eine Anforderung in eine oder mehrere detailliertere Anforderungen unterteilt. Die ursprüngliche Anforderung und ihre Verfeinerungen besitzen gleichzeitig Gültigkeit. Zum Beispiel kann eine der vorgestellten natürlichsprachlichen Anforderungen anhand von einer oder mehreren detaillierteren natürlichsprachlichen Anforderungen ausführlicher beschrieben werden. Mithilfe der Traceability können solche Anforderungen exakt dokumentiert und die Verbindungen nachvollzogen werden. [1, vgl. S. 422 f.]

Des Weiteren gibt es eine Verbindung zwischen Anforderungen auf der gleichen Ebene. Darin ist auch die Verbindung einer Anforderung mit ihrer Vorgänger- oder Nachfolgerversion eingeschlossen. Diese Verbindungen können eine fachliche Abhängigkeit, funktionale Abhängigkeit, Ausnahme, Randbedingung oder Realisierungsvorgabe sein. [1, vgl. S. 425]

Die dritte Möglichkeit ist die Verbindung zwischen verschiedenen Informationsarten. Hierzu zählen z.B. außer Anforderungen auch Interviewprotokolle. So wird im Falle einer Anforderungsänderung ermittelt, welche dazugehörigen Dokumente ebenfalls geändert werden müssen. [1, vgl. S. 425 f.]

Die oben genannten Verbindungen, auch „Traces“ genannt, können technisch auf unterschiedliche Weise dargestellt werden. In den Anforderungstext lassen sie sich in textueller Form als Verweis einbauen. Die Referenzierung der Verbindung erfolgt über die ID sowie über die Art der entsprechenden Information. Eine Sortierung ist bei dieser Methode jedoch nicht möglich. Wird mit professionellen Tools für das RE gearbeitet, legen diese Programme Hyperlinks zwischen bestimmten Informationen an. Die Verbindungen können auch durch textuelle Verweise in den Attributen der Anforderungen selbst gekennzeichnet werden. [1, vgl. S. 426 ff.]

Änderungsmanagement

Betrachtet man den gesamten Entwicklungs- und Lebenszyklus eines Systems, wird ersichtlich, dass sich Anforderungen stetig ändern. Entweder werden sie verändert, entfernt oder es kommen neue Anforderungen hinzu. Ursachen für die Änderung der Anforderungen können Fehler, unvollständige Anforderungen oder Änderungen der Umgebung des Systems sein. Hierzu zählen beispielsweise Gesetzesänderungen, neue Technologien, Änderungswünsche von Seiten der Stakeholder oder Fehlverhalten von Systemen. [4, vgl. S. 148]

Wenn Anforderungen bereits übergeben oder festgelegt wurden, können sie nicht einfach geändert werden, es muss ein Änderungsantrag gestellt werden. Die Änderungsanträge werden vom sogenannten Change Control Board bzw. Change

Management Board überprüft. Es kann sich dabei um eine Gruppe von Personen oder eine Einzelperson handeln. Dieses Gremium nimmt die Anträge von den Auftraggebern entgegen, bearbeitet sie, trifft eine Entscheidung bezüglich der Änderung und teilt sie den Betroffenen mit. Die gesamten Abläufe hierzu müssen unternehmensspezifisch definiert sein. [7, vgl. S. 315 ff.]

Der Änderungsantrag, der auch Change Request genannt wird, dokumentiert die gewünschten Änderungen. Folgende Bestandteile sollte ein solcher Antrag aufweisen:

- Eindeutiger Identifikator
- Titel
- Genaue Beschreibung der Änderung
- Grund der Änderung
- Datum der Antragstellung
- Name des Antragstellers
- Priorität aus Sicht des Antragstellers

[4, vgl. S. 148]

5) *Werkzeugeinsatz für das Requirements-Engineering:*

Zur Erfassung, Dokumentation und Verwaltung von Anforderungen im RE existieren verschiedene Werkzeuge, die diese Tätigkeiten unterstützen. Grande unterscheidet hierbei zwischen Einfach-Werkzeugen und spezialisierten Anforderungswerkzeugen. [10, vgl. S. 26 ff.]

Unter dem Begriff der Einfach-Werkzeuge versteht man Standardanwendungen, dazu gehören beispielsweise die Textverarbeitung oder Tabellenkalkulation. Diese Werkzeuge haben den Vorteil, dass sie bereits im Unternehmen vorhanden sind. Die Anwender besitzen in der Regel die nötigen Kenntnisse um damit zu arbeiten. Dadurch entfallen aufwändige Schulungen der Mitarbeiter und diese erhalten einen schnellen Zugang zur Thematik. Es gibt jedoch auch Nachteile. Handelt es sich um größere Projekte mit einer großen Anzahl von Anforderungen, stoßen die Einfach-Werkzeuge an ihre Grenzen. Gerade die Verwaltung der Anforderungen ist hierbei nicht optimal zu realisieren. Die Dokumentation der Anforderungen kann alternativ auch mit Datenbankanwendungen umgesetzt werden. Diese ermöglichen die Sichtenbildung mit den dazugehörigen Möglichkeiten zum Filtern der Daten. [10, vgl. S. 26 f.]

Neben den Einfach-Werkzeugen gibt es die spezialisierten Anforderungswerkzeuge. Dabei handelt es sich um Anwendungen, die speziell für das RE konzipiert sind. Der Vorteil dieser Programme ist die automatische Vergabe von eindeutigen Identifikationsnummern für die einzelnen Anforderungen, die automatische Versionierung und die Abbildung der Nachverfolgbarkeitsbeziehungen. [10, vgl. S. 28 ff.]

Ebert geht in diesem Zusammenhang näher auf bestimmte Werkzeuggruppen ein. Seine Ausführungen zu Office-Werkzeugen, Wikis, Workflow-Tools und speziellen RE-Werkzeugen ist für dieses Projekt von besonderem Interesse.

Die Office-Werkzeuge zählen zu den in diesem Kapitel beschriebenen Einfach-Werkzeugen für das RE. In dieser Kategorie findet die Verwendung von eigens erstellten Vorlagen in Tabellenkalkulations oder Textverarbeitungsprogrammen Anwendung. In kleineren Projekten können die Anforderungen in Excel so effizient überwacht werden. Ebert beschreibt den ergänzenden Einsatz von Excel in agilen Projekten mit der anschließenden Möglichkeit zur Übertragung in spezielle RE-Werkzeuge. Jedoch nennt er auch dessen Grenzen bezüglich komplexer Anforderungen wie Bildern, Wiederverwendung, Änderungsmanagement und auch beim verteilten Arbeiten. Diese Probleme versucht man häufig mithilfe eines Textverarbeitungsprogramms zu lösen. Da in diesen Programmen die Verwendung von Prosaanforderungen leicht überhand nimmt, sollte Word auch nur unterstützend seinen Einsatz im RE finden. [9, vgl. S. 279]

Ein sehr verbreitetes Mittel zur Kommunikation ist in kleinen Unternehmen und bei kontinuierlichen Vorgehensweisen die Verwendung von Wikis. Mit diesen Umgebungen können verschiedene Anwender Anforderungen organisieren. Die sinnvolle Nutzung ist jedoch nur möglich, wenn vorher bestimmte Vorschriften zur Form vereinbart wurden. Laut Ebert herrscht bei Wikis in der Praxis häufig Chaos wodurch sie dann für den Einsatz im RE zwecklos sind. [9, vgl. S. 280]

Ist es notwendig Aufgaben zwischen verschiedenen Benutzern zu verteilen oder handelt es sich um ein verteiltes Projekt, ist der Einsatz von Workflow-Lösungen interessant. Die einzelnen Tätigkeiten im RE können somit von der Ermittlung bis hin zur Freigabe automatisch an die betreffenden Personen adressiert werden. Diese erhalten über das Tool die Anforderung bestimmte Aktivitäten durchzuführen. Ebert stellt in dieser Kategorie einige Tools vor, darunter auch Open-Source Anwendungen. Jedes der Tools hat bestimmte Fähigkeiten zur Lösung von Teilaufgaben des REs. Beispiele hierfür sind Redmine oder Jira. Diese bieten primär die Unterstützung durch Workflows, zeigen jedoch ihre Schwächen bei Dokumentenverwaltung und Versionierung. Jira geht zwar in die Richtung der RE-Werkzeuge, setzt den Schwerpunkt aber auf Workflow und Verwaltung, hierbei fehlt jedoch der Dokumentationsaspekt. [9, vgl. S. 280 f.]

Die Verwaltung, Nachverfolgung und Verknüpfung verschiedenster Dokumente im RE wird von den speziellen RE-Werkzeugen angeboten. Diese Programme liefern gute grafische Umgebungen zur Darstellung von Anforderungen, Abhängigkeiten, Workflows oder Modellen. Komplexe Anforderungen können anhand vielseitiger Filter verknüpft, gruppiert, weiterbearbeitet und verwaltet werden. Die Oberfläche für die Benutzer ist ähnlich wie bei gängigen Office-Werkzeugen. Des Weiteren ist der Import bzw. Export der Informationen mit Word, auf Basis von XML oder speziellen Formaten für Anforderungen wie z.B. Requirements Interchange Format (ReqIF) möglich. [9, vgl. S. 300] Modellierungsmethoden werden je nach Werkzeug unterschiedlich unterstützt, was bei deren Auswahl beachtet werden sollte.

Beispiele für spezielle RE-Werkzeuge sind DOORS, Integrity oder Quality Center. Obwohl der Preis für diese speziellen Programme laut Ebert hoch ist, sind sie im RE weit verbreitet. Ein Grund hierfür sind ihre Stärken in den Bereichen Rechteverwaltung und verteiltes Arbeiten. [9, vgl. S. 281 f.]

III. IST-ANALYSE

In diesem Kapitel wird die aktuelle Umsetzung des REs im Bereich GE der Zollner Elektronik AG genauer betrachtet. Dazu wird die aktuelle Situation bezüglich des REs im Bereich GE als Untersuchungsobjekt für die Ist-Analyse definiert. Um die aktuelle Umsetzung des REs bewertbar zu machen und später mit weiteren Umsetzungsmöglichkeiten vergleichen zu können wird als Entscheidungsinstrument eine Nutzwertanalyse durchgeführt. Deren Durchführung wird im folgenden näher erläutert.

A. Ableitung der Kriterien

Zur Durchführung der Nutzwertanalyse werden als erstes die zu bewertenden Kriterien definiert. Die Ableitung der Kriterien findet hierbei in mehreren Schritten statt. Im ersten Schritt erfolgt die Sammlung möglicher Kriterien aus den Grundlagen und Tätigkeiten des REs, siehe section II. Zudem werden Interviews mit den Stakeholdern des Bereichs GE zum Thema RE durchgeführt, welche ebenfalls als Quelle zur Bildung der Kriterien dienen. Die Vorauswahl der Kriterien wird gesammelt in Form eines Fragebogens an Mitarbeiter aus dem Bereich GE und den Prozesseigner des REs bei Zollner zur Bewertung weitergegeben. Auf dem Fragebogen ist zu vermerken, welche Kriterien sinnvoll für die Nutzwertanalyse übernommen werden können. Außerdem wird mithilfe des Fragebogens nach weiteren möglichen Beurteilungskriterien gesucht, indem die Befragten zusätzliche Vorschläge angeben können. Auf diese Weise ergeben sich die in Tabelle I enthaltenen Kriteriengruppen und Kriterien zur Beurteilung des REs im Bereich GE bei der Zollner Elektronik AG.

Table I
ABGELEITETE KRITERIEN.

Kriteriengruppe	Kriterium
Allgemein	Vorgehensweise Verantwortlichkeit
Ermitteln	Anforderungsquellen Einsatz von Techniken
Dokumentieren	Form Inhalt
Prüfen	Zeitpunkt Ablauf
Verwalten	Attributierung Priorisierung Versionierung Traceability Änderungsmanagement Werkzeugeinsatz

Die Kriterien sind in Kriteriengruppen mit zugehörigen Unterkriterien eingeteilt. Im Bereich *Allgemein* werden die Kriterien *Vorgehensweise* und *Verantwortlichkeit* bewertet. Unter den Punkt Vorgehensweise fällt die Überprüfung, ob das RE nach einer der vorgestellten Vorgehensweisen durchgeführt wird. Beim Kriterium Verantwortlichkeit erfolgt zum einen die Bewertung der Definition und Abgrenzung der Begriffe Anfrage und Anforderung im Bereich GE. Zum anderen muss die Zuständigkeit des REs festgelegt und eine verantwortliche Person für das RE im Bereich GE benannt und bekannt sein.

Die Kategorie *Ermitteln* enthält die Kriterien *Anforderungsquellen* und *Einsatz von Techniken*. Im Bereich der Anforderungsquellen wird bewertet, ob bei der Ermittlung der Anforderungen alle zur Anforderungsermittlung notwendigen Anforderungsquellen berücksichtigt werden. Des Weiteren fließt die richtige und umfassende Auswahl der internen Stakeholder mit in die Bewertung dieses Kriteriums ein. Das Kriterium Einsatz von Techniken untersucht die Verwendung von gängigen Techniken zur Ermittlung der Anforderungen.

In der Gruppe *Dokumentieren* sind die Kriterien *Form* und *Inhalt* vertreten. Unter dem Punkt Form wird überprüft, ob zur Dokumentation der einzelnen Anforderungen eine einheitliche Struktur festgelegt ist und verwendet wird. Daneben erfolgt eine Bewertung bezüglich der Existenz einheitlicher Vorgaben zur Ablage aller Daten im RE und zu Struktur und Format des Lastenhefts. Durch das Kriterium Inhalt wird die Verwendung einer identischen Wortwahl bei der Anforderungsdokumentation begutachtet.

Der Bereich *Prüfen* enthält die Kriterien *Zeitpunkt* und *Ablauf*. Hierbei bewertet der Zeitpunkt die Existenz von regelmäßigen Quality Gates zum Prüfen der Anforderungen. Der Punkt Ablauf beleuchtet das Vorgehen beim Prüfen der Anforderungen nach der Abarbeitung der drei Qualitätskriterien, der Verwendung von geeigneten Techniken und einer festgelegten Verantwortlichkeit für das Prüfen.

Die letzte Kategorie enthält alle Anforderungen zum Bereich *Verwalten*. Im Einzelnen sind dies die Kriterien *Attributierung*, *Priorisierung*, *Versionierung*, *Traceability*, *Änderungsmanagement* und *Werkzeugeinsatz*. Bei der Attributierung wird überprüft, ob eine Vergabe von Zusatzinformationen zu den einzelnen Anforderungen vorgenommen wird. Der Aspekt Priorisierung untersucht die Bildung einer Rangfolge für die Menge an Anforderungen. Das Kriterium Versionierung bewertet, ob bei Anforderungsänderungen auf die verschiedenen Stände zugegriffen werden kann. Bei der Bewertung der Traceability geht es um die Umsetzung der Nachverfolgbarkeit zwischen den verschiedenen Informationsarten. Unter dem Kriterium Änderungsmanagement wird betrachtet, ob für Änderungen von Anforderungen ein entsprechendes Änderungsmanagement vorhanden ist. Das Kriterium Werkzeugeinsatz beschäftigt sich mit dem Einsatz und der

Ausprägung von computergestützten Hilfsmitteln für das RE.

B. Gewichtung der abgeleiteten Kriterien

Um die Bedeutung der soeben definierten Kriterien festzulegen, werden diese als nächstes priorisiert. Hierbei werden zuerst die Kriteriengruppen, gefolgt von den einzelnen Unterkriterien gewichtet. Um eine möglichst eindeutige Gewichtung zu erreichen wird unter anderem die Methode des paarweisen Vergleichs eingesetzt. Hierbei werden die Kriterien anhand einer Matrix dargestellt. Wenn das Zeilenkriterium „wichtiger“ als das Spaltenkriterium ist, wird die Zahl eins in das Schnittpunkt der beiden Kriterien eingetragen. Ist das Zeilenkriterium „weniger wichtig“, wird dem Schnittpunkt die Zahl null zugewiesen. Eine Bewertung mit „gleich wichtig“ wird bewusst nicht angeboten, um eine exaktere Gewichtung zu erhalten. Es macht keinen Sinn, ein Kriterium mit sich selbst zu vergleichen, diese Felder müssen nicht gefüllt werden. In einer Spaltenspalte wird angegeben, wie oft ein Kriterium als wichtig bewertet wurde. Mithilfe dieser Spalte und deren Gesamtsumme erfolgt die Ermittlung der Gewichtung in der letzten Spalte unter Verwendung des Dreisatzes. [12, vgl. S. 14]

Bei den Kriteriengruppen, die jeweils nur zwei Kriterien enthalten wird die stufenweise Gewichtung zur Priorisierung angewendet. Dabei werden jeweils 100 % auf die Kriterien aufgeteilt. Das genaue Vorgehen bei der Kriteriengewichtung wird im Folgenden erläutert.

Die Gewichtung der Kriteriengruppen erfolgt mithilfe des paarweisen Vergleichs, welcher von vier Teilnehmern mit entsprechender Fachkompetenz durchgeführt wird. Diese setzen sich aus Mitarbeitern des Bereichs GE sowie dem Prozesseigner für das RE der Zollner Elektronik AG zusammen. Aus den Punktwerten der einzelnen Vergleiche wird der Mittelwert gebildet und in Prozentwerte umgewandelt.

Um zu den Gewichtungen der einzelnen Unterkriterien zu kommen wird für die Kategorien *Allgemein*, *Ermitteln*, *Dokumentieren* und *Prüfen* die stufenweise Gewichtung vorgenommen. Hierzu sind 100 Punkte pro Kategorie auf die Unterkriterien zu verteilen. Dieser prozentuale Anteil der Kriterien wird in Bezug auf das Gewicht der jeweiligen Kategoriengruppe in einen Punktwert umgerechnet. Bei der Kategoriengruppe *Verwalten* ergibt sich der prozentuale Anteil der einzelnen Kriterien durch den paarweisen Vergleich, welcher analog zum paarweisen Vergleich für die Kriteriengruppen angewendet wird. Die erhaltenen Ergebnisse werden anschließend auf Grundlage der Gewichtung der Kriteriengruppe *Verwalten* in Punktwerte umgerechnet.

C. Bewertung der abgeleiteten Kriterien

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Kriterien nach ihrem Erfüllungsgrad bewertet und bestimmte Punktwerte vergeben. Für die Bewertung der Kriterien wird die in Table II dargestellte Skala festgelegt. Diese enthält die möglichen

Punktwerte, die pro Kriterium zu vergeben sind. Außerdem ist angegeben, was ein bestimmter Punktwert über den Erfüllungsgrad eines Kriteriums aussagt. Demnach kann ein Kriterium nicht erfüllt, unzureichend erfüllt, mit Mängeln erfüllt, gut erfüllt oder sehr gut erfüllt sein.

Table II
FESTGELEGTE BEWERTUNGSSKALA.

Punkte	Kriterium
1	nicht erfüllt
2	unzureichend erfüllt
3	mit Mängeln erfüllt
4	gut erfüllt
5	sehr gut erfüllt

Anhand der Bewertungsskala aus Tabelle II werden die Kriterien in einer Diskussion zwischen Teilnehmern aus dem Bereich GE und dem Prozesseigner des REs der Zollner Elektronik AG bewertet.

D. Ergebnisse der IST-Analyse

Aus den Ergebnissen der Kriteriengewichtung und Kriterienbewertung lässt sich der Nutzwert zur aktuellen Situation des REs im Bereich GE errechnen. Hierzu wird zuerst der Punktwert pro Kriterium ermittelt, indem das Kriteriengewicht mit der zugehörigen Kriterienbewertung multipliziert wird. Den Gesamtnutzwert für das aktuelle RE bildet die Summe aus den Punktwerten der einzelnen Kriterien.

Aus der Nutzwertanalyse ist zu erkennen, dass das RE im GE mit weniger als der Hälfte der erreichbaren Punkte, Potenzial für Verbesserungen bietet. Im nächsten Abschnitt werden die Kriterien ausgewählt, bei denen eine Optimierung die höchste Steigerung des Nutzwerts ermöglicht.

IV. OPTIMIERUNG

Bei der Auswahl der zu optimierenden Kriterien spielen zwei Faktoren eine Rolle. Es handelt sich hierbei um die Gewichtung und die Bewertung der Kriterien. Ein großes Potenzial zu einer hohen Nutzwertsteigerung bieten Kriterien mit hoher Gewichtung und niedrigem Erfüllungsgrad. Das Filtern der gesamten Kriterien nach diesen beiden Eigenschaften liefert die in Table III enthaltenen Kriterien mit dem höchsten Optimierungspotenzial.

Aus Table III werden die Kriterien *Anforderungsquellen*, *Inhalt*, *Form* und *Werkzeugeinsatz* zur Bearbeitung in der Optimierungsphase ausgewählt. Das Kriterium *Einsatz von Techniken* wird auf Wunsch des Bereichs GE aus dieser Betrachtung ausgeschlossen.

Table III
KRITERIEN MIT HÖCHSTEM OPTIMIERUNGSPOTENZIAL.

Kriterien
Anforderungsquellen
Inhalt
Form
Einsatz von Techniken
Werkzeugeinsatz

A. Beschreibung der Lösungsausprägungen

Dieser Abschnitt beschreibt die Lösungsfindung zur Nutzwertsteigerung. Diese wird für die im obigen Abschnitt ausgewählten Kriterien, unter Verwendung des morphologischen Kastens durchgeführt. Die Anwendung des morphologischen Kastens gliedert sich in drei Schritte. An erster Stelle stehen die Definition, Analyse und Beschreibung des Problems. Hierbei wird das Problem in seine elementaren Bestandteile aufgeteilt. Im zweiten Schritt werden alle möglichen Lösungsausprägungen pro Element erläutert. Abschließend werden verschiedene Ausprägungen kombiniert und als mögliche Lösungsvarianten aufgezeigt. Hieraus wird eine Lösungsausprägung als bevorzugte Variante bestimmt. [11, vgl. S. 172 f.]

Auf dieses Projekt übertragen, stellt der aus der Nutzwertanalyse hervorgehende niedrige Erfüllungsgrad des REs, das Problem dar. Die einzelnen Bestandteile des Problems stellen die zur Optimierung festgelegten Kriterien dar. Abbildung 3 zeigt die Visualisierung des morphologischen Kastens. Die erste Spalte enthält das in die grundlegenden Elemente zerlegte Gesamtproblem. Die Spalten zwei bis vier umfassen die Lösungsausprägungen. Jede Zeile beinhaltet mögliche Lösungen für ein bestimmtes Element.

	Ausprägungen		
Anforderungsquellen	Checkliste	Formular	
Inhalt	Wortwahl-Liste	Listenfeld	Textanalyse-Werkzeug
Format	Leitfaden	Template	
Werkzeugeinsatz	Einfach-Werkzeuge	JIRA	DOORS

Figure 3. Morphologischer Kasten zur Lösungsfindung.

Checkliste

Die Tätigkeit der Anforderungsermittlung kann durch den Einsatz einer Checkliste transparenter gestaltet werden. Den Hauptinhalt dieser Checkliste stellen die zu berücksichtigenden Anforderungsquellen dar. Die Checkliste dient somit als Wegweiser für den Anforderungsermittler. Es wird sichergestellt, dass die wichtigen Anforderungsquellen *Dokumente*, *Systeme im Betrieb* und *Stakeholder* bedacht werden. Zusätzlich hierzu sollte in der Checkliste angegeben

werden, welche internen Stakeholder bei den verschiedenen Projektarten zu konsultieren sind. Analog hierzu werden die bekannten Standards oder vergleichbaren Projekte zu einem aktuellen Projekt dokumentiert. Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung ist dabei, eine beständige Aktualisierung der Checkliste durch einen ausgewählten Verantwortlichen.

Formular

Ein weiterer Lösungsansatz zur Optimierung des Kriteriums Anforderungsquellen, ist die Anfertigung eines Formulars zur Erfassung von Anforderungen. Diese Idee wird durch das Ergebnis der Kundenbefragungen mit den internen Stakeholdern bestärkt. Demnach benötigen die verschiedenen Stakeholder je nach Projektart gewisse Informationen zur Bearbeitung des Projekts. Diese Informationen sollen vom RE ermittelt, als Anforderung erfasst und an die Stakeholder weitergeleitet werden. Deshalb wird vorgeschlagen ein Formular zu entwerfen, das mit allen notwendigen Informationen gefüllt werden kann. Da es im Bereich GE viele verschiedene Projektarten und mehrere interne Stakeholder gibt, ist es erforderlich, mehrere Formulare zu erstellen. Somit ist es möglich, den Stakeholdern die Anforderungen in der gewünschten Form zu übergeben.

Wortwahl-Liste

Zum Kriterium Inhalt ist bisher noch keinerlei Erfüllung vorhanden. Aus diesem Grund besteht die erste Lösungsvariante darin, die Erkenntnisse aus den Tätigkeiten des RE zunächst grundsätzlich auszuarbeiten und zum Einsatz verfügbar zu machen. Dazu wird die Anfertigung von Tabellen vorgeschlagen. Auf diese Weise können die Prozesswortliste, das Glossar und die Definition der rechtlichen Verbindlichkeit festgelegt und dokumentiert werden. Diese Vorgaben sind anschließend allen beteiligten Mitarbeitern zu kommunizieren und müssen diesen auch verfügbar gemacht werden.

Die Prozesswortliste enthält alle Vollverben, die in den Anforderungen verwendet werden. Durch das Führen einer Prozesswortliste wird sichergestellt, dass eine Anforderung von jedem Betrachter genau gleich verstanden wird. Um die Prozesswortliste anzufertigen, müssen alle vorhandenen Unterlagen des jeweiligen Projekts nach den Prozesswörtern durchsucht werden. Mit diesen Informationen kann anschließend eine Prozesswortliste erstellt werden. Diese Liste wird im nächsten Schritt zu einer Tabelle vervollständigt. Es gibt eine Spalte für das Prozesswort selbst, eine Spalte für die Bedeutung des Prozessworts und eine Spalte für gleichbedeutende Wörter. [1, vgl. S. 227 f.] Analog zur Vorgehensweise bei der Erstellung der Prozesswortliste, muss ein Glossar angelegt werden. Auch die Schlüsselwörter zur rechtlichen Verbindlichkeit und deren Bedeutung werden in einer Tabelle festgehalten.

Listenfeld

Ein weiterer Lösungsvorschlag, um das Kriterium Inhalt zu erfüllen, ist der Einsatz von Listenfeldern. Dazu müssen die Prozesswörter, Substantive und rechtliche Verbindlichkeiten erarbeitet werden. In einer Standardanwendung wie z.B. Mi-

Microsoft Word kann die Struktur der Anforderung vorgegeben werden. Im jeweiligen Feld werden die erarbeiteten Begriffe hinterlegt. Durch Verwendung eines Listenfelds können ausschließlich die gepflegten Einträge ausgewählt werden. Somit ist die Verwendung einer einheitlichen Wortwahl vorgegeben. Der so entstandene Anforderungssatz kann dann per Copy-and-Paste schnell und einfach an die gewünschte Stelle übertragen werden.

Textanalyse-Werkzeug

Zur Verbesserung der inhaltlichen Bestandteile einer Anforderung können, als weitere Steigerung, auch unterstützende Programme eingesetzt werden. Diese Anwendungen tragen dazu bei, die Qualität bei der Formulierung von natürlich-sprachlichen Anforderungen zu gewährleisten.

Ein Beispiel hierfür ist das Produkt DESIRE® der HOOD GmbH. Dieses Werkzeug analysiert die in einer Anforderung verwendeten Wörter. Werden auffällige Inhalte entdeckt, stellt das Programm vordefinierte Fragen und weist auf die vorhandenen Schwächen in der Anforderung hin. Durch die Beantwortung dieser Fragen werden die Anforderungen inhaltlich überarbeitet. Außerdem ist eine Anpassung des Programms an die Bedürfnisse des Unternehmens möglich. So können beispielsweise eigene Wörter als zu erkennende Schwachstellen definiert werden. [13] Eine Verwendung dieses Werkzeugs ist für Einfach-Werkzeuge und spezielle RE-Tools möglich. Es kann sowohl mit Microsoft Word als auch mit DOORS genutzt werden. [14] Das Tool steht nach Angaben des Anbieters auf der eigenen Homepage zum kostenlosen Download zur Verfügung. [13]

Leitfaden

Eine mögliche Lösung besteht darin, die Anforderungen unter Berücksichtigung der vorgestellten Anforderungsschablonen zu formulieren. Dazu sollten speziell für den Bereich GE Anforderungsschablonen für funktionale Anforderungen, Qualitätsanforderungen und Umgebungsanforderungen eingesetzt werden. Rupp [1, vgl. S. 219] stellt hierzu bereits entsprechende Vorlagen zur Struktur der Anforderungssätze für verschiedene Anforderungsarten zur Verfügung.

Im Bereich GE muss die Benutzung dieser drei Anforderungsschablonen in einer Anweisung schrittweise erklärt und dokumentiert werden. Diese Dokumentation dient zukünftig jedem Mitarbeiter als Leitfaden zur Formulierung seiner Anforderungen. Dadurch wird ein einheitlicher Aufbau der Anforderungen erreicht, der zudem unabhängig vom Verfasser ist. Außerdem werden durch die Vorgabe dieser Strukturen einige sprachliche Effekte von vornherein ausgeschlossen. Passivsätze beispielsweise können, aufgrund des vorgegebenen Satzbaus, nicht entstehen. [1, vgl. S. 217]

Template

Eine weitere Variante zur Verbesserung der Form ist das Bereitstellen von Templates zur Dokumentation der Anforderungen. Grundlage für diesen Ansatz bilden die Anforderungss-

chablonen nach Rupp. [1, vgl. S. 219] Die Struktur der Anforderungsschablonen kann mithilfe von Standardanwendungen wie z.B. Microsoft Word vorgegeben werden. Hierbei wird jeder Teil der Schablone durch ein auszufüllendes Feld repräsentiert. Die Felder sind fest vorgegeben und können in ihrer Reihenfolge nicht verändert werden. Somit ist die Grundlage für eine einheitliche Struktur aller Anforderungen geschaffen.

Einfach-Werkzeug

Die Standardanwendungen in heutigen Unternehmen eignen sich bis zu einem gewissen Grad auch für den Einsatz im RE. Für den Bereich GE wird vorgeschlagen, die vorhandenen Programme Microsoft Word und Microsoft Excel für die Verwaltung der Anforderungen zu nutzen. Aktuell wird Microsoft PowerPoint zusammen mit dem unternehmenseigenen Wiki verwendet. Diese Programme unterstützen das RE gar nicht oder nur sehr wenig. Durch den Einsatz von Microsoft Word können Verbesserungen im Bereich der Anforderungsstruktur und des Anforderungsinhalts erzielt werden. Dazu werden das Template, sowie das Listenfeld zusammen implementiert. Des Weiteren sollte mit Microsoft Word eine Formatvorlage für das Lastenheft aufgebaut werden, welche für alle Projekte wiederverwendet wird. Die Verwaltung der Anforderungen wird anhand von Microsoft Excel realisiert, wodurch die Attributierung und Priorisierung angewendet werden kann. Eine automatische Versionierung oder Traceability wird hierbei nicht angeboten. Für das Änderungsmanagement besteht ebenfalls keine weitere Unterstützung.

JIRA

Die Software JIRA ist ein Produkt, das von der Firma Atlassian angeboten wird. Nach eigenen Angaben handelt es sich dabei primär um eine Anwendung für die Bereiche Problembehandlung und Projektmanagement. Aufgrund der verfügbaren Funktionen, ist die Software auch für das RE verwendbar, da diese an den Umgang mit Anforderungen anpassbar sind. Für die Anforderungen können benutzerdefinierte Felder angelegt und ein Berichtswesen genutzt werden. Ein weiterer Vorteil von JIRA liegt in der vorhandenen Workflow-Funktionalität. Die Anforderungen können durch Teilaufgaben verwaltet und verschiedenen Benutzern zugewiesen werden. Sowohl in Beziehung stehende Anforderungen, als auch Anforderungen und die zugehörige Funktionsanfrage, können verbunden werden. Zusätzlich ist es möglich JIRA mit dem Unternehmenswiki Confluence zu integrieren, da dieses ebenfalls von Atlassian angeboten wird. Dadurch werden Verlinkungen zwischen den beiden Anwendungen ermöglicht. [15]

Auf der Website von Atlassian wird weiterhin auf die Möglichkeit hingewiesen, zusätzliche RM-Funktionen durch die Integration anderer Tools zu erhalten. Diese werden als Plug-ins kostenpflichtig von Drittanbietern angeboten. [15] Dadurch können Aufgaben wie Traceability, Änderungsmanagement und Wiederverwendung zwischen Projekten sowie Sichtenbildung von JIRA umgesetzt werden. [16] Diese Informationen dienen der Vollständigkeit, bei der späteren Be-

wertung wird die Standard JIRA-Version betrachtet.

Rational DOORS

Das Programm Rational DOORS von IBM ist eine spezielle Anwendung für den Bereich RE. [17, vgl. S. 3] Die Anforderungen werden mithilfe von Sichten, Links und Rückverfolgbarkeitsanalysen über den gesamten Projektlebenszyklus überwacht und verwaltet. [17, vgl. S. 4]

Zur Erfassung der Anforderungen ist eine Schnittstelle zu Textverarbeitungsprogrammen vorhanden. Es werden verschiedene Dateiformate für den Import unterstützt, darunter befinden sich auch Microsoft-Anwendungen. [17, vgl. S. 3] Die Vergabe von Attributen kann in DOORS benutzerdefiniert umgesetzt werden. [17, vgl. S. 5] Auch die Sichtenbildung wird von DOORS unterstützt. [17, vgl. S. 7 f.] Des Weiteren werden alle Projekte durch Anlegen einer geeigneten Ordnerstruktur verwaltet. [17, vgl. S. 8] Ein weiterer Vorteil ist die Rückverfolgbarkeit. So können Informationen miteinander verknüpft werden. Dies betrifft zum einen die Anforderungen untereinander, aber auch die Anforderungen und zugehörige Dokumente. Durch generierte Links stehen dem Benutzer alle in Beziehung stehenden Informationen zur Verfügung. [17, vgl. S. 6] Anhand von Baselines können zudem schreibgeschützte Versionen eines bestimmten Zustands festgehalten werden. [17, vgl. S. 10] Eine integrierte Änderungsüberwachung macht den Verlauf von Änderungen im System nachvollziehbar. Durch sichtbare Änderungsmarkierungen ist zu erkennen, welcher Benutzer eine Information zu einem bestimmten Zeitpunkt verändert hat. [17, vgl. S. 9] Hervorzuheben ist, das vorhandene Änderungsvorschlagsystem, welches die Abwicklung und Dokumentation des Änderungsmanagements durch DOORS ermöglicht. [17, vgl. S. 12] Für das Prüfen und Genehmigen der Anforderungen bietet DOORS ein hilfreiches Feature. Die Freigabe oder Prüfung von Anforderungen erfolgt mithilfe von elektronischen Signaturen. Dadurch wird bei einer Freigabe der Prüfer, eine Zeitmarke und die geprüfte Information festgehalten. [18, vgl. S. 99 f.]

B. Aufstellung und Bewertung von Lösungsvarianten

Indem die einzelnen Lösungsausprägungen aus Abbildung 3 miteinander kombiniert werden, entstehen verschiedene Lösungsvarianten zur Steigerung des Nutzwertes. Auf diese Weise werden verschiedene Lösungsvarianten aufgestellt, diese sind im morphologischen Kasten in Abbildung 4 eingezeichnet.

Um die verschiedenen Varianten vergleichen zu können, werden sie anhand einer Nutzwertanalyse bewertet. Die Grundlage hierzu bildet die Beschreibung der einzelnen Varianten. Die Bewertung erfolgt analog zur Bewertung der Ist-Situation. Für jede Variante werden alle Kriterien erneut betrachtet und mit Punktwerten belegt. Daraus ergeben sich gesteigerte Nutzwerte. Hierbei ergibt sich für Lösung eins eine Nutzwertsteigerung gegenüber der Ist-Analyse von 65 %. Bei Lösungsvariante zwei handelt es sich um einen Anstieg

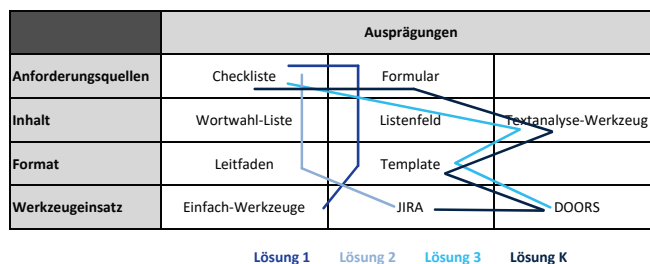


Figure 4. Mögliche Lösungsvarianten.

des Nutzwertes um 56 %. Mit der dritten Lösung kann ein um 80 % höherer Nutzwert erreicht werden. Durch erneute Kombination der Lösungen eins und drei zu Lösung K wird die größte Nutzwertsteigerung über 95 % im Vergleich zur Ausgangssituation erzielt.

C. Auswahl einer Lösungsvariante

Um das Ziel der Nutzwertsteigerung zu erreichen, gilt es eine der vorgestellten Lösungsvarianten zur Optimierung des RE auszuwählen. Die Auswahl erfolgt hierbei unter Berücksichtigung der einzelnen Nutzwerte. Zudem wird der Arbeitsaufwand zur Umsetzung der verschiedenen Lösungen abgeschätzt. Außerdem sind die Lizenzkosten pro Lösungsvariante bei der Auswahl miteinzubeziehen.

Betrachtet man die Nutzwerte, liefern Lösung drei und Lösungsvariante K mit einem 80 und 95 % höheren Nutzwert als die Ausgangssituation, das höchste Potenzial zur angestrebten Nutzwertsteigerung. Der Arbeitsaufwand zur Umsetzung der verschiedenen Lösungsvarianten wurde von den Verantwortlichen des Bereiches GE für alle Lösungen als gleichwertig eingestuft. Somit kann anhand des Aufwands zur Umsetzung keine Entscheidung für eine Lösung getroffen werden. Bezüglich der Lizenzkosten können Lösung eins und zwei besonders niedrige Werte vorweisen. Dies muss jedoch vor dem Hintergrund betrachtet werden, dass die in diesen Lösungen eingesetzte Software nicht die volle Funktionalität zum Verwalten von Anforderungen bereitstellt. Für Lösungsvariante K, welche eine Kombination aus JIRA und DOORS verwendet, liegen die Lizenzkosten im Mittelfeld. Hierbei werden eine Lizenz für mehrere Benutzer bei JIRA und zwei Lizenzen für DOORS benötigt. Die Lizenzkosten für Lösungsvariante drei, welche ausschließlich die Software DOORS beinhaltet, sind für fünf Lizenzen unter allen Lösungsvarianten deutlich am höchsten.

Hinsichtlich all dieser genannten Faktoren wird Lösung K zur Optimierung ausgewählt, da es für die Bedürfnisse des Bereiches GE die beste Lösung darstellt. Zudem wird mit Lösung K die höchste Nutzwertsteigerung erreicht. Außerdem sind die Lizenzkosten, die sich im Mittelfeld befinden, vertretbar, da alle gewünschten Funktionen zur Verwaltung von Anforderungen genutzt werden können.

D. Steigerung der Erfüllungsgrade durch Lösungsvariante K

Bei der Umsetzung der ausgewählten Lösungsvariante K ergeben sich deutliche Verbesserungen im Vergleich zur Ausgangssituation. Von den insgesamt vierzehn Kriterien kann bei 10 Kriterien eine Erhöhung des Erfüllungsgrads erzielt werden. Die Bewertung der einzelnen Kriterien kann jeweils um einen bis vier Punkte erhöht werden. Im Durchschnitt kann somit jedes der Kriterien eine um 2 Punkte verbesserte Erfüllung vorweisen. In Table IV ist detailliert dargestellt, wie der Erfüllungsgrad bei welcher Anzahl an Kriterien positiv verändert wird. Bei drei Kriterien kann beispielsweise eine Steigerung des Erfüllungsgrades um 3 Punkte erzielt werden.

Table IV
ERHÖHUNG DER ERFÜLLUNGSGRAD E DURCH LÖSUNGSVARIANTE K.

Steigerung	Anzahl der Kriterien
+ 4	1
+ 3	3
+ 2	2
+ 1	4

Zudem erreicht in der Ausgangssituation keines der Kriterien den vollen Erfüllungsgrad. Wird Lösungsvariante K eingeführt, können vier der 14 Kriterien eine sehr gute Erfüllung vorweisen.

V. FAZIT

Die Zielsetzung dieses Projekts besteht darin, ein Konzept für das RE im Bereich GE auszuarbeiten. Zusätzlich muss die Umsetzung der vorgeschlagenen Handlungsschritte den Nutzwert des REs steigern. Aufgrund der vorgestellten Vorgehensweisen im Bereich Requirements-Engineering wird die aktuelle Situation des REs im Bereich GE analysiert und bewertet. Dies führt zur Feststellung, dass bei der Mehrheit der Tätigkeiten dringender Handlungsbedarf besteht. Im Zuge einer Optimierungsphase werden deshalb die wichtigsten Kriterien zur Verbesserung ausgewählt. Um die aktuelle Umsetzung des REs zu optimieren, werden verschiedenen Lösungsvarianten vorgeschlagen und bewertet. Durch Kombination der aufgestellten Lösungen ist es möglich, eine zusätzliche Lösungsvariante zu bilden. Da diese das bestmögliche Kosten-Nutzen-Verhältnis vorweist, wird diese Variante zur Optimierung des REs im Bereich GE ausgewählt. Durch diese Lösung, kann der aktuelle Nutzwert um 95 Prozent erhöht werden. Das Ziel der Nutzwertsteigerung ist somit erreicht.

Des Weiteren gilt es, im Rahmen dieses Projekts die Anwendung von Checklisten bzw. Templates zu untersuchen. Diese Möglichkeit wird bei den Aufgaben des REs für die Tätigkeit des Prüfens von Anforderungen aufgezeigt. Zudem enthält die ausgewählte Lösungsvariante den Einsatz von Checklisten und Templates zur Ermittlung sowie zur Dokumentation von Anforderungen.

Eine weitere Vorgabe ist die Auswahl einer geeigneten Software zur Dokumentation und Verwaltung der Anforderungen. Hierbei befinden sich drei Anwendungen unter den möglichen Lösungen. Daraus werden die zwei Werkzeuge für die ausgewählte Lösungsvariante vorgeschlagen.

Abschließend ist festzustellen, dass durch diese Arbeit ein erster Schritt in Richtung eines optimalen REs gemacht wird. Da nicht alle Kriterien einer Optimierung unterzogen werden und sich jederzeit Änderungen ergeben können, ist eine stetige Verbesserung des REs anzuraten. Hierbei empfiehlt es sich, das Thema RE aktiv weiterzuverfolgen und kontinuierlich an den neuesten Erkenntnissen aus der Forschung zu messen.

REFERENCES

- [1] Chris Rupp. 2014. *Requirements-Engineering und -Management: Aus der Praxis von klassisch bis agil*. 6. Auflage. München: Hanser.
- [2] IEEE Standards Board. 1990. *IEEE standard glossary of software engineering terminology*. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- [3] IEEE Standards Board. 2011. *Software & Systems Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society*.
- [4] Klaus Pohl und Chris Rupp. 2011. *Basiswissen Requirements Engineering*. 3. Auflage. Heidelberg: dpunkt-Verlag.
- [5] International Requirements Engineering Board. 2017. *IREB in Kurzform - IREB - IREB*. <https://www.ireb.org/de/about/basics/>.
- [6] Klaus Pohl. 2008. *Requirements engineering: Grundlagen, Prinzipien, Techniken*. 2. Auflage. Heidelberg: dpunkt-Verlag.
- [7] Peter Hruschka. 2014. *Business Analysis und Requirements Engineering: Produkte und Prozesse nachhaltig verbessern*. München: Hanser.
- [8] Thomas Niebisch. 2013. *Anforderungsmanagement in sieben Tagen: Der Weg vom Wunsch zur Konzeption*. Berlin: Springer Gabler.
- [9] Christof Ebert. 2014. *Systematisches Requirements Engineering: Anforderungen ermitteln, spezifizieren, analysieren und verwalten*. Heidelberg: dpunkt-Verlag.
- [10] Marcus Grande. 2014. *100 Minuten für Anforderungsmanagement: Kompaktes Wissen nicht nur für Projektleiter und Entwickler*. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- [11] Christian Schawel und Fabian Billing. 2014. *Top 100 Management Tools: Das wichtigste Buch eines Managers*. 5. Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- [12] Jörg B. Kühnapfel. 2014. *Nutzwertanalysen in Marketing und Vertrieb*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- [13] Hood GmbH. 2016. *DESIRE®*. <https://www.hood-group.com/requirements/beratung/vorgehensentwicklung/desire/>.
- [14] Hood GmbH. 2016. *DESIRE®*. <https://www.hood-group.com/requirements/downloadbereich/#c1204>.
- [15] Atlassian. 2017. *Using JIRA for Requirements Management - Atlassian Documentation*. <https://confluence.atlassian.com/jirakb/using-jira-for-requirements-management-193300521.html>.
- [16] Atlassian. 2017. *Atlassian Marketplace*. <https://marketplace.atlassian.com/plugins/com.easesolutions.jira.plugins.requirements/server/overview>.
- [17] IBM. *Erste Schritte mit Rational DOORS*.
- [18] IBM. *Rational DOORS verwalten*.