

Ein Prozessmodell für ein agiles und wiki-basiertes Requirements Engineering mit Unterstützung durch Semantic-Web-Technologien¹

Mariele Hagen¹, Berit Jungmann², Kim Lauenroth³

¹ PRO DV Software AG, Hauert 6, 44227 Dortmund
mariele.hagen@prodv.de

² T-Systems Multimedia Solutions GmbH, Riesaer Str. 5, 01129 Dresden
berit.jungmann@t-systems.com

³ Software Systems Engineering, University of Duisburg-Essen, 45117 Essen
kim.lauenroth@sse.uni-due.de

Abstract: Requirements Engineering (RE) spielt in der Software Entwicklung eine entscheidende Rolle. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass viele Projekte durch unzureichendes RE scheitern. Aus diesem Grund ist eine gezielte Anforderungsanalyse mit der Einbindung aller relevanten Stakeholder erfolgsentscheidend. Existierende klassische Tools unterstützen jedoch die kreative Phase des Requirements Engineering bisher nur ungenügend und setzen erst dann an, wenn bereits grobe Projektziele und Anforderungsstrukturen definiert wurden. Wiki-basierte Anwendungen scheinen dagegen für dieses Szenario eine geeignete Unterstützung darzustellen, insbesondere dann, wenn inhaltliche Abhängigkeiten zwischen Anforderungen zusätzlich durch Semantic Web-Technologien beschrieben werden. Der vorliegende Beitrag untersucht den Umgang mit großen und verteilten Stakeholdergruppen im RE und zeigt Verbesserungspotenziale auf. Im Rahmen des Projektes SoftWiki wurde das wiki-basierte Requirements Engineering als Lösungsansatz entwickelt, um Requirements Engineering mit großen und verteilten Stakeholdergruppen zu betreiben. Dieser Beitrag stellt das wiki-basierte Requirements Engineering vor und zeigt weiterführenden Forschungsbedarf auf.

1 Motivation

Softwareentwicklung ist in der Vergangenheit zu einem weltweiten Geschäft geworden. Zum einen wird Software weltweit verkauft, zum anderen wird Software weltweit entwickelt („The global connectivity provided by the Internet (...) drives both an organization’s product and process strategies.“ [Boeh06], S. 22). Dies bedingt, dass eine ständig wachsende Anzahl von weltweit verteilten Stakeholdern im Requirements Engineering (RE) berücksichtigt und einbezogen werden muss. Darüber hinaus werden kurze Innovationszyklen und kurze Produkteinführungszeiten (time-to-market) zu einem

¹ Diese Arbeit wurde teilweise gefördert durch das BMBF-Projekt SoftWiki, Förderkennzeichen 01ISF02C|D|F.

entscheidenden Wettbewerbsfaktor, wodurch sich der verfügbare Zeitrahmen für die Entwicklung eines Systems (oder einer neuen Systemversion) und damit auch für das Requirements Engineering verringert.

Unternehmen beschäftigen sich zunehmend mit der Frage, inwiefern wiki-basierte Anwendungen für große und verteilte gemeinschaftliche Entwicklungsprozesse mit vielen beteiligten Stakeholdern Unterstützung leisten können. In diesem Zusammenhang wird auch der Begriff „Social Software“ angewandt, der den Aufbau sowie die Publikation und Verteilung von Informationen innerhalb sozialer Netzwerke fokussiert (weitere Ausführungen siehe [HiWi05]). Während Wiki-Anwendungen eine einfach zu organisierende Austauschplattform darstellen, sind semantische Verknüpfungen oftmals nicht möglich. Aus diesem Grund sind bereits erste semantische Wikis entstanden, die beide Trends verbinden (d.h. Social Software und Semantic Web, siehe erste Beispiele aus dem Wissensmanagement oder semantische Wikipedia-Ansätze [Sem07]).

Zur Identifikation der Probleme im Requirements Engineering mit großen und verteilten Stakeholdergruppen wurden vier Unternehmen bzgl. ihres Vorgehens im RE befragt. Es wurde u.a. festgestellt, dass die Gewinnung und Bewertung von Anforderungen mit großen und verteilten Stakeholdergruppen sehr aufwendig und kaum zu bewältigen ist. Auch kommerziell verfügbare Werkzeuge bieten hier nur wenig Unterstützung. Diese Werkzeuge (z.B. Doors, Irqa, RequisitePro) fokussieren die Dokumentation und das Management von Anforderungen. Sie leisten jedoch, so ein Ergebnis der Ist-Analyse, kaum Unterstützung für große und räumlich verteilte Stakeholdergruppen speziell in der frühen Phase des Requirements Engineering.

Dieser Beitrag widmet sich der Fragestellung, inwiefern ein wiki-basierter Requirements-Engineering-Prozess das Requirements Engineering mit großen und verteilten Stakeholdergruppen unterstützen kann. (s. auch [AuFa06, DeRR07]).

Der vorliegende Beitrag ist wie folgt strukturiert. Kapitel 2 beschreibt die Ergebnisse der Ist-Analyse unter den Industriepartnern. Kapitel 3 gibt einen Überblick über den Stand der Forschung und Kapitel 4 erläutert die Einbettung des wiki-basierten Requirements Engineering in den Software-Entwicklungsprozess. Kapitel 5 beschreibt das wiki-basierte Requirements Engineering und Kapitel 6 schließt diesen Beitrag mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick auf weitere Forschungstätigkeiten.

2 Ist-Analyse zum Umgang mit großen und verteilten Stakeholdergruppen

Im Verbundprojekt „SoftWiki“ [Bmbf07, AuFa06] wurde eine Analyse zum Stand des Requirements Engineering bei den Industriepartnern durchgeführt. Hierbei stand insbesondere die Unterstützung großer, verteilter Stakeholdergruppen im Vordergrund. Es wurden Daten von 13 Projekten der vier im Projekt beteiligten Industriepartner erfasst und ausgewertet. Die befragten Projektpartner sind in verschiedenen Anwendungsbereichen (z. B. E-Commerce und Geoinformationssysteme) tätig.

Zur Verdeutlichung der Problematik des Requirements Engineering bei diesen Stakeholdergruppen werden zwei der analysierten Beispielprojekte betrachtet (Abschnitt 2.1). Anschließend werden die bei der Analyse identifizierten Probleme beschrieben (Abschnitt 2.2) und Verbesserungspotenziale aufgezeigt (Abschnitt 2.3).

2.1 Beispiele aus der Praxis

Bei der PRO DV Software AG wurde für das Bundesamt für Katastrophenhilfe und Bevölkerungsschutz (BBK) ein Projekt zur Entwicklung des deutschen Notfallvorsorgeinformationssystems (deNIS Iplus) durchgeführt. deNIS Iplus dient nicht nur zum Management von Großschadenslagen auf Bundesebene, sondern ebenso zur Erfassung und Übermittlung von Lagemeldungen auf der Ebene der unteren Katastrophenschutzbehörden [Deni07]. Dies bedeutet, dass mehrere größere Stakeholdergruppen, die zudem räumlich verteilt agieren, in das Requirements Engineering einbezogen werden mussten. Hierzu zählten u.a. das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) auf Bundesebene, das Land Hamburg auf Landesebene, das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum (GMLZ), das Technische Hilfswerk (THW) und die Akademie für Krisenmanagement, Notfallplanung und Zivilschutz (AKNZ). Das Requirements Engineering wurde aus diesen Gründen räumlich und auch zeitlich verteilt in Form von Interviews oder Workshops mit großem Aufwand durchgeführt. Die Anforderungen wurden mithilfe des PRO DV-eigenen Werkzeugs ReqManager dokumentiert.

Bei der T-Systems Multimedia Solutions GmbH werden pro Jahr ca. 860 Kundenprojekte durchgeführt (davon ca. 250 Softwareprojekte z. B. im Bereich E-Commerce). Exemplarisch für eine Vielzahl von Projekten ist ein abgeschlossenes Shop-Projekt zu nennen, in dem das Requirements Engineering mit verteilten und großen Nutzergruppen eine besonders wichtige Rolle spielte. Herausforderungen ergaben sich insbesondere durch die Abstimmung der Anforderungen mit den heterogenen Fachabteilungen auf Seiten des Kunden, die über fünf verschiedene Standorte in Deutschland verteilt waren. Neben der Ermittlung von Anforderungen stellte die Erarbeitung eines gemeinsamen Glossars eine sowohl erfolgsentscheidende als auch aufgrund der unterschiedlichen fachlichen Sichtweisen schwierige Aufgabe dar. Für das Anforderungsmanagement wurde hierbei die Software DOORS eingesetzt. Eine besondere Aufgabenstellung ergab sich aus Sicht des Requirements Engineering in der frühen Phase der Gewinnung der Anforderungen, die bisher nur unzureichend durch existierende Tools unterstützt wird. Bei der Einbeziehung der insgesamt 63 Stakeholder in das Projekt ergab sich ein hoher Abstimmungs- und Dokumentationsbedarf, der nur bedingt mit existierenden Tools unterstützt werden kann.

2.2 Identifizierte Probleme im Requirements Engineering mit großen Stakeholdergruppen

Folgende Probleme wurden in den betrachteten Projekten beim Requirements Engineering mit großen, verteilten Stakeholdergruppen identifiziert (vgl. auch [LaHa07]):

- P1. *Hoher zeitlicher Aufwand:* Es werden nicht nur große, sondern auch verteilte Stakeholdergruppen befragt. Dies bedeutet einen hohen zeitlichen Aufwand für An- und Abreisen, die Durchführung und die Terminfindung.
- P2. *Hohes Aufkommen von Anforderungen:* Durch die vielen Stakeholder wird eine hohe Zahl von Anforderungen identifiziert. Dies erfordert einen hohen Aufwand bei der Dokumentation und dem Management der Anforderungen.
- P3. *Große Ähnlichkeit von Anforderungen:* Obwohl es sich um verschiedene Stakeholdergruppen handelt, werden vielfach Duplikate erhoben oder ähnliche Anforderungen identifiziert. Die Identifikation von solchen Duplikaten und Varianten erfolgt manuell und ist sehr aufwändig.
- P4. *Abstimmung unter den Stakeholdern:* Der Abstimmungsprozess über die Anforderungen gestaltete sich schwierig, da nie alle beteiligten Stakeholder gemeinsam über die Anforderungen diskutieren konnten, sondern die Abstimmung stets nur mit einer kleinen Gruppe von Stakeholdern erfolgte.
- P5. *Hohe Anzahl von Feedback-Schleifen:* Die Konsolidierung der Anforderungen mit kleinen Gruppen bedingt viele Iterationen im Requirements Engineering, um alle Stakeholder über alle Änderungen an den Anforderungen zu informieren.

2.3 Verbesserungspotenzial im Requirements Engineering

Für die verteilte (virtuelle) Zusammenarbeit bedarf es Lösungen, die den kreativen Prozess und die Kommunikation im Requirements Engineering effektiv unterstützen. Bei der Betrachtung der Ist-Situation und in weiterführenden Interviews haben die Industriepartner u. a. folgende Verbesserungspotenziale genannt:

- Verstärkte und einfachere Einbeziehung aller Stakeholder in den Prozess (z.B. durch Einsatz von Wikis)
- Verbesserung der Transparenz durch Rückverfolgbarkeit von Änderungen (Traceability), d.h. Versionierung von Anforderungen
- Vermeidung von Medienbrüchen durch die Zusammenführung aller anforderungsrelevanten Informationen in eine Wissensbasis statt der Verwendung von E-Mails, Dokumenten und spezialisierten Tools
- Möglichkeit der Ordnung von Vorstellungen über das geplante System und finden eines gemeinsamen Vokabulars/einer gemeinsamen Domäne trotz räumlicher Distanz
- Bessere Unterstützung bei der Verknüpfung von Anforderungen, d. h. Darstellung der Abhängigkeiten/Auswirkungen von Anforderungsänderungen
- Teil-automatisierte Überführung von unstrukturierten anforderungsrelevanten Informationen in strukturierte Anforderungen

- Annotation und Verknüpfung von Anforderungen mit Hilfe von semantischen Technologien
- Teil-automatisierte Analyse von Anforderungen mit Hilfe von Textmining-Technologien
- Leichtere Weiterverarbeitung der Anforderungen durch Schnittstellen zu externen Tools (z. B. Word, DOORS, Projektmanagement-Tools)

Im Folgenden wird der aktuelle Stand der Forschung im Bereich des wiki-basierten Requirements Engineering vorgestellt.

3 Stand der Forschung

Wikis werden in der Forschung aus verschiedenen Perspektiven betrachtet. Zum einen werden die Erstellungsprozesse von Inhalten in Wikis betrachtet (vgl. z.B. [Dfg06], [PeSe06]). Im Rahmen der Psychologie wird untersucht, was Benutzer eines Wikis zur freiwilligen Mitarbeit motiviert (vgl. [ScHe07]). Zum anderen werden Anwendungsmöglichkeiten von Wikis untersucht, zum Beispiel im Wissensmanagement [Wagn04].

Als mit unseren Arbeiten verwandte Gebiete betrachten wir das kollaborative Requirements Engineering (Abschnitt 3.1) und im das Requirements Engineering mit Wiki-Systemen (Abschnitt 3.2) als spezielle Ausprägung des kollaborativen Arbeiten.

Weiterhin betrachten wir das marktgetriebene Requirements Engineering (Abschnitt 3.3) (engl. Market-Driven Requirements Engineering), da das marktgetriebene Requirements Engineering einen besonderen Fokus auf große Stakeholdergruppen legt.

Abschließend werden wir die verwandten Arbeiten ausgehend von den Zielen des wiki-basierten Requirements Engineering bewerten (Abschnitt 3.4).

3.1 Kollaborative Ansätze für das Requirements Engineering

Zahlreiche kollaborative Ansätze basierend auf Groupwaresystemen wurden für das Requirements Engineering vorgeschlagen. Nachfolgend präsentieren wir einige exemplarische Ansätze:

- Anton et al. [AnLR96] beschreiben ein webbasiertes Werkzeug (GBRAT) für das zielbasierte Requirements Engineering. Das Werkzeug unterstützt die Identifikation, die Verfeinerung und das Management von Zielen zur Spezifikation von Anforderungen.
- Easterbrook und Callahan ([EaCa96]) beschreiben ein Werkzeug (WHERE) zur Unterstützung des kollaborativen Requirements Engineering basierend auf Viewpoints.

- Herlea und Greenberg ([HeGr98]) beschreiben die Verwendung der TeamWave-Plattform zur Unterstützung des Requirements Engineering mit räumlich getrennten Stakeholdern.
- Boehm et al. ([BoGB01]) beschreiben in ihrem Beitrag ihre Erfahrungen bei der Entwicklung und Anwendung von Groupwaresystemen zur verteilten Übereinstimmung von Anforderungen mit dem WinWin-Ansatz.
- Sinha et al. [SiSC06] beschreiben in ihrem Beitrag das Werkzeug EGRET (Eclipse-based Global REquirements Tool) zur Unterstützung des verteilten Anforderungsmanagement.

Die präsentierten Ansätze fokussieren den kollaborativen Aspekt des Requirements Engineering, d.h. die synchrone bzw. asynchrone Zusammenarbeit von räumlich verteilten Stakeholdern während des Requirements Engineering. Es wurde jedoch kein besonderer Fokus auf große Stakeholdergruppen gelegt.

3.2 Einsatz von Wiki-Systemen im Requirements Engineering

Geisser und Hildenbrand ([GeHi06]) beschreiben in ihrem Beitrag eine agile Methode für das verteilte Requirements Engineering und das Änderungsmanagement basierend auf Wiki-Systemen und einer kollaborativen Entwicklungsplattform. Die Autoren argumentieren, dass die präsentierte Methode unter anderem „eine effiziente Miteinbeziehung aller relevanten Interessenvertreter“ ([GeHi06], S. 41) ermöglicht. Die Einbeziehung einer großen Anzahl von Stakeholdern (Interessenvertretern) in das Requirements Engineering wird nicht explizit angestrebt. Probleme, die sich aus einer sehr großen Anzahl von Stakeholdern ergeben können (z.B. redundante oder mehrdeutige Anforderungen, vgl. [LaHa07]) werden nicht diskutiert.

Decker et al. ([DeRR07]) diskutieren in ihrem Beitrag die Herausforderungen an eine Plattform zur Einbeziehung einer großen Anzahl von Stakeholdern, z.B. verschiedene Perspektiven auf das System, verschiedenes Hintergrundwissen, unterschiedliche Fähigkeiten. Ausgehend von diesen Herausforderungen diskutieren Decker et al. Vor- und Nachteile häufig genutzter Requirements-Engineering-Werkzeuge. Die Autoren beschreiben im Weiteren eine mögliche Dokumentenstruktur zur Dokumentation von Anforderungen in Wiki-Systemen. Diese Dokumentenstruktur schließt unter anderem Use Cases und User Stories ein. Die präsentierte Dokumentenstruktur wurde von den Autoren in verschiedenen Projekten mit bis zu 20 Stakeholdern eingesetzt. Die Erfahrungen der Autoren in den verschiedenen Projekten haben gezeigt, dass Wiki-Systeme die Zusammenarbeit von Stakeholdern im Requirements Engineering unterstützen. Eine explizite Aussage über die Skalierbarkeit von Wiki-Systemen für große Stakeholdergruppen fehlt in diesem Beitrag.

3.3 Marktgetriebenes Requirements Engineering

Bei der Entwicklung von Softwaresystemen für einen Massenmarkt (z.B. Textverarbeitungssysteme) findet das marktgetriebene Requirements Engineering Anwendung (vgl. [DaKP03]). Beim marktgetriebenen Requirements Engineering müssen die Anforderungen einer sehr großen Anzahl von Stakeholdern erfasst werden, die mit dem geplanten System arbeiten sollen.

Etablierte Techniken im Requirements Engineering für Einzelsysteme (z.B. Interviews oder Workshops) können im marktgetriebenen Requirements Engineering nur bedingt angewendet werden, da diese Techniken einen sehr großen Zeitaufwand bedeuteten und somit dem Ziel einer schnellen Markteinführung (Time-to-Market, vgl. [SaSK99]) des marktgetriebenen Requirements Engineering widersprechen. Stattdessen werden im marktgetriebenen Requirements Engineering Techniken der Marktforschung eingesetzt (vgl. [KeCa95], z.B. Befragungen, Marktstudien), um möglichst repräsentative Aussagen über die Anforderungen der Stakeholder des geplanten Systems zu erhalten.

3.4 Bewertung verwandter Arbeiten

Bisherige kollaborative Ansätze für das Requirements Engineering inklusive der auf Wiki-Systemen beruhenden Ansätze beziehen zwar Stakeholder unmittelbar in das Requirements Engineering mit ein, fokussieren aber nicht explizit die Unterstützung von großen Stakeholdergruppen. Die Betrachtung des marktgetriebenen Requirements Engineering hat gezeigt, dass die Anforderungen großer Stakeholdergruppen mit Hilfe von Techniken der Marktanalyse möglichst repräsentativ erfasst werden. Eine unmittelbare Einbeziehung möglichst vieler Stakeholder in das Requirements Engineering ist nicht explizit vorgesehen.

4 Einbettung des wiki-basierten Requirements Engineering in den Software-Entwicklungsprozess

Software-Entwicklungsprozesse wie z.B. das Wasserfallmodell [Roy87] oder das V-Modell [VMo04] bestehen aus den Phasen: Formulierung von Anforderungen, Design, Implementierung und Test des geplanten Systems. Wiki-basierte Anwendungen unterstützen das Requirements Engineering in der Phase der Formulierung von Anforderungen und liefern damit Informationen für den Design, die Implementierung und das Testen eines geplanten Systems. Abbildung 1 gibt einen groben Überblick über die Einbettung des wiki-basierten Requirements Engineering in den Software-Entwicklungsprozess.

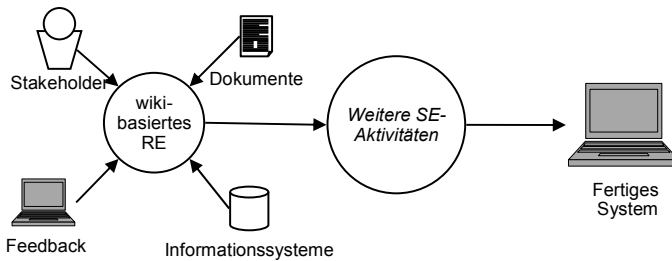


Abbildung 1: Einbettung in den Software-Entwicklungsprozess

Im Folgenden befassen wir uns zunächst mit verschiedenen Anwendungsfällen des wiki-basierten Requirements Engineering im Software-Entwicklungsprozess. Anschließend erläutern wir die Anforderungsquellen für das wiki-basierte Requirements Engineering. Am Ende dieses Kapitels beschreiben wir die Ausgaben des wiki-basierten Requirements Engineering an die weiteren Aktivitäten im Software-Entwicklungsprozess.

4.1 Anwendungsfälle für das wiki-basierte Requirements Engineering

Wir unterscheiden die Anwendungsfälle für das wiki-basierte Requirements Engineering anhand von zwei Dimensionen. Zum einen betrachten wir die *Projektsituation* in der das wiki-basierte Requirements Engineering angewendet wird. Zum anderen betrachten wir die *Projektziele* für die das wiki-basierte Requirements Engineering zum Einsatz kommt.

Im wiki-basierten Requirements Engineering werden je nach Projektsituation zwei Anwendungsfälle unterschieden:

1. **Wiki-basiertes Requirements Engineering als Ergänzung zum Requirements Engineering:** In diesem Anwendungsfall dient das wiki-basierte Requirements Engineering als Ergänzung für das Requirements Engineering. Die Anforderungen, die während des wiki-basierten Requirements Engineering formuliert und abgestimmt werden, dienen als Grundlage für das Requirements Engineering des geplanten Systems. Das wiki-basierte Requirements Engineering übernimmt bei diesem Anwendungsfall die Rolle eines Integrators für die Ideen und Anforderungen einer großen Stakeholdergruppe. Die gesammelten Anforderungen werden zu einem definierten Zeitpunkt an das Requirements Engineering übergeben und dort mit einer handhabbaren Anzahl von Stakeholdern weiter verfeinert bzw. ergänzt. Diesen Anwendungsfall sehen wir primär als Anwendungsfall für kommerzielle Entwicklungen in Unternehmen.
2. **Wiki-basiertes Requirements Engineering als ausschließliches Requirements Engineering:** In diesem Anwendungsfall dient das wiki-basierte Requirements Engineering als ausschließliche Phase zur Formulierung von Anforderungen, d.h. es folgt keine zusätzliche Phase der Anforderungsformulierung. Im Anwendungsfall nimmt das wiki-basierte Requirements Engineering eine wesentlich zentralere Rolle im Entwicklungsprozess ein, da die formulierten Anforderungen der Stakeholder

direkt in den weiteren Entwicklungsprozess einfließen. Für diesen Anwendungsfall werden wesentlich größere Ansprüche an die Qualität der formulierten Anforderungen gestellt (z.B. Eindeutigkeit, Atomarität, etc.) als im ersten Anwendungsfall, da keine weitere qualitätssichernde Instanz die Anforderungen überprüft. Diesen Anwendungsfall sehen wir primär als Anwendungsfall für nicht-kommerzielle Entwicklung und Open Source sowie kleinere kommerzielle Projekte.

Das wiki-basierte Requirements Engineering unterscheidet je nach Projektkategorie zwei Anwendungsfälle:

1. **Neuentwicklung:** Bei der Neuentwicklung werden Anforderungen an ein neues und bisher noch nicht umgesetztes System formuliert. Als Resultat des wiki-basierten Requirements Engineering werden bei einer Neuentwicklung Anforderungen an das neue System erwartet.
2. **Weiterentwicklung:** Bei der Weiterentwicklung wird ein existierendes System weiterentwickelt bzw. verbessert. Als Resultat des wiki-basierten Requirements Engineering werden bei einer Weiterentwicklung Anforderungen an Verbesserungen für das geplante System erwartet. Diese Anforderungen sollten mehr oder weniger stark mit dem existierenden System gekoppelt sein, um die Verbesserungen möglichst konkret umsetzen zu können.

4.2 Anforderungsquellen für das wiki-basierte Requirements Engineering

Im Rahmen des wiki-basierten Requirements Engineering werden prinzipiell vier Kategorien von Anforderungsquellen unterschieden (siehe auch Abbildung 1):

- **Stakeholder:** Ein Stakeholder ist eine Person oder eine Organisation, die ein potenzielles Interesse an dem zukünftigen System hat und somit in der Regel auch Anforderungen an das System stellt (vgl. [Pohl 2007]).
- **Dokumente:** Unter Dokumenten verstehen wir eine (weitgehend) statische Sammlung von Informationen mit Bezug zum geplanten System (z.B. Benutzerhandbuch, Anforderungsspezifikation, Systemvisionsdokument).
- **Foren/Weblogs:** Hierunter verstehen wir Hilfsmittel mit deren Hilfe Stakeholder eines existierenden Systems über ein existierendes System diskutieren können bzw. ihre Meinung über das existierende System veröffentlichen können. Im Unterschied zu Dokumenten, deren Inhalt statisch ist, können sich Inhalte von solchen Systemen ändern bzw. können erweitert werden.
- **Feedback:** Unter Feedback verstehen wir die Meinungen/Eindrücke von Nutzern zu Bestandteilen eines existierenden Systems. Im Unterschied zu Foren/Weblogs wird das Feedback zu einem existierenden System mit Hilfe des existierenden Systems (oder geeigneter Erweiterungen) gegeben.

Aus der Klassifikation der Anforderungsquellen wird unmittelbar ersichtlich, dass die verfügbaren Anforderungsquellen vom Anwendungsfall bzw. vom Projektziel abhängen. Tabelle 1 zeigt in den Zeilen die Kategorien von Anforderungsquellen und in den Spalten die möglichen Projektziele. Die Einträge der Tabelle enthalten typische Beispiele von Anforderungsquellen, wie sie bei einer Projektziel-Quellenkategorie auftreten können.

Stakeholder sind für beide Projektziele identisch, wobei bei der Weiterentwicklung sicherlich ein stärkerer Fokus auf die Nutzer gelegt wird bzw. bei einer Neuentwicklung potentielle Nutzer in das Requirements Engineering einbezogen werden. Als Dokumente sind bei der Neuentwicklung häufig Ideendokumente, Konzepte, aber auch Gesetzte und Standards verfügbar. Bei einer Weiterentwicklung stehen als Dokumente neben Gesetzen und Standards zum Beispiel Fehlerreports oder Handbücher des existierenden Systems zur Verfügung. Die Anforderungsquelle Feedback ist bei einer Neuentwicklung nicht vorhanden.

Tabelle 1: Beispiele für Anforderungsquellen bei Neu- bzw. Weiterentwicklungen

	Neuentwicklung	Weiterentwicklung
Stakeholder	(potenzielle) Nutzer, Techniker, Entwickler, Datenschutzbeauftragte	
Dokumente	Ideendokumente, Konzepte, Gesetzte, Standards	Fehlerreports, Gesetzte, Standards
Feedback aus existierenden Systemen	<i>Nicht vorhanden</i>	Feedback von Nutzern des laufenden Systems
Foren/Weblogs	Projektrelevante Weblogs und Diskussionsforen	Weblogs, Diskussionsforen über das laufende System

4.3 Ausgabe an weitere Aktivitäten im Software-Entwicklungsprozess

Abhängig von der Projektsituation werden am Ende des wiki-basierten Requirements Engineering die Anforderungen entweder an das Requirements Engineering oder an weitere Software-Entwicklungsaktivitäten (z.B. Entwurf der Architektur) übergeben. Die genaue Ausprägung der Anforderungen hängt sowohl vom Projektziel als auch von der Projektsituation ab.

Abhängig vom Projektziel müssen die Anforderungen mit Bezugspunkten versehen werden. Für beide Typen von Projektzielen (Neu- und Weiterentwicklung) müssen die Anforderungen mit ihren jeweiligen Anforderungsquellen verknüpft werden, um ggf. zusätzliche Informationen zu den Anforderungen erfragen zu können. Bei der Weiterentwicklung beinhalten die Anforderungen weitestgehend Verbesserungen des existierenden Systems. Dementsprechend sollten die Anforderungen zusätzlich mit den

jeweiligen Bezugspunkten des existierenden Systems verknüpft werden, deren Verbesserung durch die Anforderungen beschrieben wird. Wenn zum Beispiel eine Anforderung beinhaltet, dass ein bestehender E-Mailclient neben dem PO3-Protokoll auch das IMAP-Protokoll unterstützen soll, dann sollte für diese Anforderung vermerkt werden, dass sich diese Anforderung auf die Kommunikationsprotokolle des E-Mailclients bezieht.

Abhängig von der Projektsituation (wiki-basiertes Requirements Engineering als Ergänzung oder ausschließlich) sollten die Anforderungen unterschiedlich stark detailliert sein. Wird das wiki-basierte Requirements Engineering als ausschließliches Requirements Engineering angewendet, so müssen die Anforderungen wesentlich detaillierter sein. Die Anforderungen müssen soviel Informationen enthalten, dass nachfolgende Software-Entwicklungsaktivitäten basierend auf diesen Anforderungen das geplante System entwickeln können bzw. Verbesserungen an existierenden Systemen vornehmen können. Der Umkehrschluss soll an dieser Stelle nicht gelten. Bei einer Neuentwicklung können ebenfalls sehr detaillierte und qualitativ hochwertige Anforderungen formuliert werden, es ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

Neben der Projektsituation und dem Projektziel bestimmen die verfügbaren Werkzeuge die Ausgabe des wiki-basierten Requirements Engineering. Das Tool für das wiki-basierte Requirements Engineering muss die Anforderungen in dem einen Datenformat zur Verfügung stellen, dass von den Werkzeugen verstanden wird, die in den nachgelagerten Software-Entwicklungsaktivitäten verwendet werden. Dieser Aspekt des wiki-basierten Requirements Engineering wird in diesem Beitrag jedoch nicht weiter behandelt, da es sich hierbei um technische Details handelt.

5 Der Prozess des wiki-basierten Requirements Engineering im Überblick

Der Prozess des wiki-basierten Requirements Engineering umfasst drei Teilprozesse: „Informationen analysieren und zuordnen“, „Anforderungen gewinnen und übereinstimmen“ und „Anforderungen aufbereiten“ (s. Abbildung 2). Diese Prozesse und deren Verknüpfungen werden in den nachfolgenden Abschnitten erläutert. Dabei wird jeder Prozess einheitlich hinsichtlich Ein- und Ausgaben und der Verarbeitung der Informationen beschrieben. Ferner wird darauf hingewiesen, wie Semantic-Web-Technologien diese Prozesse unterstützen können.

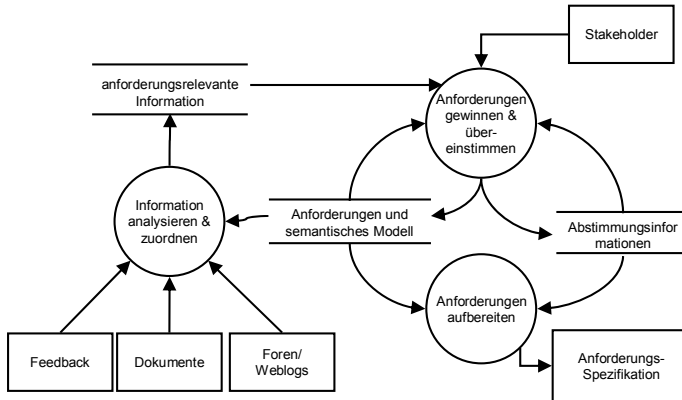


Abbildung 2: Überblick über das Prozessmodell

5.1 Prozess „Anforderungen gewinnen und übereinstimmen“

Der Prozess hat zum Ziel, Anforderungen zu dokumentieren bzw. zu modifizieren sowie bezüglich der Anforderungen eine Mehrheitsmeinung herzustellen.

Informationsquellen (Eingaben) für den Prozess: Stakeholder, bereits bestehende Anforderungen und deren semantische Annotationen (Feedback, zusätzliche Informationen, Forumsbeiträge), Abstimmungsinformationen.

Ausgaben des Prozesses: Ergebnis des Prozesses sind neue oder überarbeitete Anforderungen bzw. Abstimmungsinformationen.

Verarbeitung der Informationen innerhalb des Prozesses: Der Stakeholder dient als wichtigste Datenquelle für die Anforderungsgewinnung. Ferner werden bereits bestehende Anforderungen und deren semantische Annotationen (Feedback, zusätzliche Informationen, Forumsbeiträge) verwendet, um Anforderungen zu erstellen oder zu bearbeiten. Darüber hinaus werden Abstimmungsinformationen für die Anforderungserstellung verwendet.

Der Prozess besteht aus drei Schritten: der Anforderungserstellung, der Anforderungsbearbeitung und der Anforderungsübereinstimmung. Ergebnis des Prozesses sind neue oder überarbeitete Anforderungen sowie ggf. Änderungen am SWREO. Ferner werden Abstimmungsinformationen erzeugt.

Nutzen von Semantic-Web-Technologien: Parallel zur Eingabe von Anforderungen können Verweise auf ähnliche Inhalte oder Duplikate sowie Informationen über relevante Daten wie z.B. Autor, Anzahl Stakeholder, Abstimmungszahlen erfolgen. Ebenso kann eine gezielte Suche nach Anforderungen unterstützt werden.

5.1.1 Detaillierung des Prozesses „Anforderungen gewinnen und übereinstimmen“

Der Prozess „Anforderungen gewinnen und übereinstimmen“ ist neben den Prozessen „Informationen analysieren und zuordnen“ und „Anforderungen aufbereiten“ ein wesentlicher Kern des wiki-basierten RE. Abbildung 3 zeigt die zwei Teilprozesse des Prozesses „Anforderungen gewinnen und übereinstimmen“:

- „Anforderungen gewinnen und bearbeiten“: In diesem Teilprozess werden die Anforderungen der Stakeholder gewonnen bzw. bestehende Anforderungen durch Stakeholder überarbeitet. Dieser Teilprozess wird in Abschnitt 5.1.1.1 weiter beschrieben.
- „Anforderungen übereinstimmen“: In diesem Teilprozess werden die Anforderungen unter den Stakeholdern abgestimmt und diskutiert. Dieser Teilprozess wird in Abschnitt 5.1.1.2 weiter beschrieben.

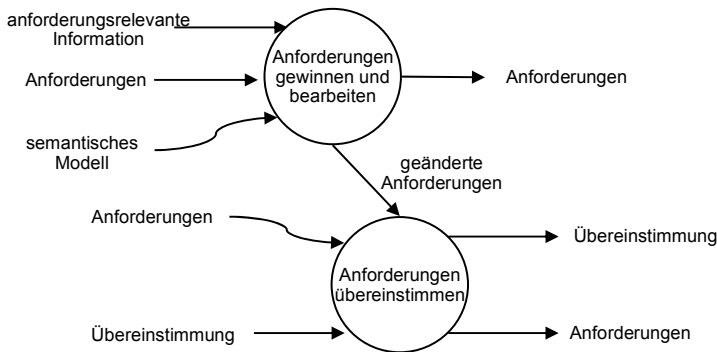


Abbildung 3: Prozess „Anforderungen gewinnen und übereinstimmen“

5.1.1.1 „Anforderungen gewinnen und bearbeiten“

Die Gewinnung bisher nicht betrachteter Anforderungen bzw. die Bearbeitung bereits bestehender Anforderungen ist eine Kernaufgabe aller Stakeholder im wiki-basierten RE. Die Vielzahl von Stakeholdern bringt ihre Ideen über das geplante System in das Wiki ein bzw. bearbeitet bestehende Anforderungen gemäß seinen Vorstellungen. Neben den eigentlichen Anforderungsartefakten können Stakeholder auch Beziehungen zwischen bestehenden Anforderungen definieren, um zum Beispiel Abhängigkeiten oder Gemeinsamkeiten auszudrücken. Auf diesem Wege entsteht zwischen den Stakeholdern durch das Erstellen und Bearbeiten von Anforderungen ein kreativer Dialog über das geplante System. Neben den eigentlichen Anforderungen bietet das wiki-basierte RE den Stakeholdern zusätzliche anforderungsrelevante Informationen, die zuvor aus anderen Quellen extrahiert wurden.

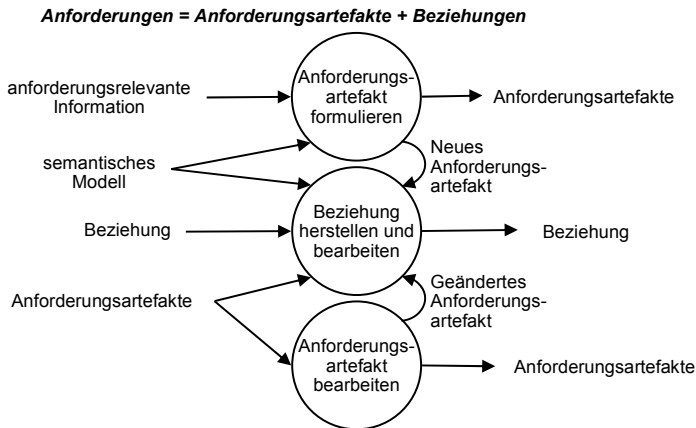


Abbildung 4: Prozess „Anforderungen erstellen und bearbeiten“

Informationsquellen (Eingaben) für den Prozess: Anforderungsrelevante Informationen, semantisches Modell und Anforderungsartefakte. Die Informationsquelle „Anforderungen“ aus dem Prozess „Anforderungen gewinnen und übereinstimmen“ wird in den Informationsquellen „Anforderungsartefakte“ und „Beziehungen“ verfeinert.

Ausgaben des Prozesses: Anforderungsartefakte (neue oder geänderte), Beziehungen zwischen Artefakten.

Verarbeitung der Informationen innerhalb des Prozesses: a) Stakeholder können im Prozess „Anforderungsartefakt formulieren“ ein neues Anforderungsartefakt in das System eingeben. Diese Eingaben werden analysiert. Dem Stakeholder werden daraufhin relevante Informationen aus den anforderungsrelevanten Informationen für die Formulierung von Anforderungen zur Verfügung gestellt. Diese Informationen werden u. a. dazu genutzt, um Anforderungen zu detaillieren.

b) Im Prozess „Anforderungsartefakt bearbeiten“ werden bestehende Anforderungsartefakte durch die Stakeholder angepasst. Gemäß der Wiki-Philosophie werden sämtliche Änderungen an den Anforderungen nachvollziehbar dokumentiert, sodass eine Änderung zu jeder Zeit rückgängig gemacht werden kann bzw. geprüft werden kann, wie sich eine Anforderung über den Verlauf der Zeit geändert hat. Diese Nachvollziehbarkeit sämtlicher Änderungen soll bei den Stakeholdern die Hemmschwelle abbauen, bestehende Artefakte anzupassen, wenn die Artefakte nicht ihren Vorstellungen entsprechen.

c) Neue und auch geänderte Anforderungen sollen mit bestehenden Artefakten in Beziehung gesetzt werden. Dies ist im Prozess „Beziehungen herstellen“ möglich. Wir unterscheiden drei Möglichkeiten für den Prozess „Beziehungen herstellen“:

- Bei Möglichkeit 1 kann der Stakeholder unmittelbar Beziehungen zwischen bestehenden Artefakten herstellen bzw. anpassen.

- Bei Möglichkeit 2 wird der Stakeholder nach dem Erstellen eines neuen Artefaktes dazu aufgefordert, Beziehungen vom neuen Artefakt zu bestehenden Artefakten herzustellen.
- Bei Möglichkeit 3 wird der Stakeholder nach der Anpassung eines Artefaktes dazu aufgefordert, die bestehenden Beziehungen zu überprüfen bzw. neue Beziehungen, die sich aus den Änderungen am Artefakt ergeben haben können, herzustellen.

Nutzen von Semantic Web-Technologien: Semantic Web-Technologien unterstützen in diesem Prozess vor allem die Zuordnung von Anforderungen zu anforderungsrelevanten Informationen.

5.1.1.2 „Anforderungen übereinstimmen“

Der Prozess „Anforderungen gewinnen und bearbeiten“ fokussiert die Gewinnung neuer bzw. die Änderung von bestehenden Anforderungsartefakten. Neue Artefakte bzw. Änderungen an bestehenden Artefakten müssen nicht unbedingt von allen Stakeholdern getragen werden. Der Prozess „Anforderungen übereinstimmen“ hat die Aufgabe, die bestehenden Anforderungsartefakte (inkl. Änderungen) durch die Stakeholder abstimmen zu lassen, d.h. ein Stakeholder sollte nach Möglichkeit zu jedem Artefakt seine Zustimmung bzw. seine Ablehnung erklären. Werden Anforderungsartefakte von einigen Stakeholdern abgelehnt, so entsteht ein Konflikt zwischen den Stakeholdern, die dem Artefakt zustimmen und den Stakeholdern, die das Artefakt ablehnen. Dieser Konflikt sollte mit dem Ziel der Einigung unter den Stakeholdern diskutiert werden. Die Durchführung von Diskussionen ist ebenfalls Aufgabe des Prozesses „Anforderungen übereinstimmen“.

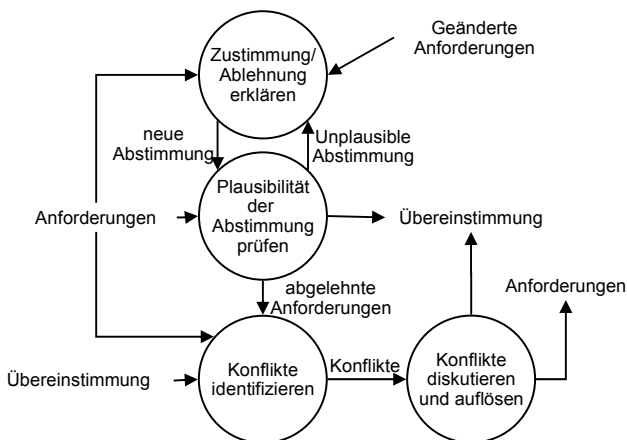


Abbildung 5: Prozess „Anforderungen übereinstimmen“

Informationsquellen (Eingaben) für den Prozess: Anforderungen, Übereinstimmungsinformation.

Ausgaben des Prozesses: Änderungen an den Anforderungen (basierend auf Diskussionsergebnissen), Übereinstimmungsinformation.

Verarbeitung der Informationen innerhalb des Prozesses: Der Stakeholder erklärt im Prozess „Zustimmung/Ablehnung erklären“ für bestehende Anforderungen seine Zustimmung bzw. Ablehnung. Als Standard für jede Anforderung ist bei jedem Stakeholder die Abstimmung „Neutral“ definiert, d.h. wenn ein Stakeholder nicht explizit einer Anforderung zustimmt oder sie ablehnt, kann keine Aussage über seine Abstimmung gemacht werden und das System geht von Neutralität aus. Eine Ausnahme von diesem Standard besteht für den Stakeholder der eine Anforderung eingibt bzw. ändert. In diesem Fall wird die Abstimmung des Stakeholders auf Zustimmung gesetzt, da implizit davon ausgegangen wird, dass ein Stakeholder seiner eigenen Anforderung bzw. Änderung zustimmt.

Ändert sich eine Anforderung über die ein Stakeholder bereits abgestimmt hat, so wird er im Prozess „Zustimmung/Ablehnung erklären“ erneut aufgefordert, seine Zustimmung bzw. Ablehnung dahingehend zu überprüfen, ob die Änderung Einfluss auf seine Abstimmung hatte.

Mit Hilfe von Beziehungen zwischen Anforderungsartefakten können Plausibilitätsprüfungen zwischen den Abstimmungen eines Stakeholders für verschiedene Anforderungsartefakte vorgenommen werden. Wenn zum Beispiel zwei Anforderungen durch eine „Bedingt“-Beziehung miteinander verbunden sind und ein Stakeholder einer Anforderung zustimmt und die andere Anforderung ablehnt, so kann dies auf einen Widerspruch hindeuten. Dieser Widerspruch wird vom System angezeigt und der Stakeholder wird aufgefordert, seine Abstimmung erneut zu überprüfen. Wenn eine Abstimmung als plausibel eingestuft wurde, wird sie in den Übereinstimmungsinformationen abgelegt.

Ausgehend von bereits abgestimmten Anforderungen (Übereinstimmungsinformation) und neuen Abstimmungen ermittelt der Prozess „Konflikte identifizieren“ Konflikte zwischen Stakeholdern.

Identifizierte Konflikte werden durch die Stakeholder im Prozess „Konflikte diskutieren und auflösen“ diskutiert. Eine Diskussion sollte immer mit dem Ziel geführt werden, die Konfliktparteien zu einigen, z.B. davon zu überzeugen, die Abstimmung zu ändern oder als Konsens die konfliktären Anforderung zu ändern.

Nutzen von Semantic-Web-Technologien: Die Menge an Anforderungen, über die Stakeholder abstimmen können bzw. die von Stakeholder diskutiert werden können, ist beim wiki-basierten RE sehr groß. Daher kann es möglich sein, dass ein einzelner Stakeholder nicht über alle Anforderungen abstimmen kann bzw. sich an allen Diskussionen mit gleicher Intensität beteiligen kann. Semantic-Web-Technologien werden in diesem Fall dazu genutzt, dem Stakeholder einen strukturierten Zugang zur Abstimmung und zur Diskussion von Anforderungen zu bieten. Denkbar ist zum Beispiel, dass dem Stakeholder im Rahmen des wiki-basierten RE Anforderungen (oder auch Diskussionen) vorgeschlagen werden, die basierend auf seinen bisherigen Aktivitäten (z.B. eingegebene Anforderungen oder Beteiligungen an Diskussionen) für ihn interessant sein könnten.

5.2 Prozess “Anforderungen aufbereiten”

Der Prozess hat zum Ziel, Anforderungen so zu transformieren, dass diese in kommerzielle RE-Werkzeuge (z.B. Doors, Requisite Pro) importiert und weiterverarbeitet werden können.

Informationsquellen (Eingaben) für den Prozess: Neue oder überarbeitete Anforderungen, Abstimmungsinformationen (wozu braucht man die Informationen?)

Ausgaben des Prozesses: Die transformierten Anforderungen werden kommerziellen RE-Werkzeugen zur Verfügung gestellt.

Verarbeitung der Informationen innerhalb des Prozesses: Es findet eine Abbildung der Attribute einer Wiki-Anforderung auf die entsprechenden Attribute statt. Hierbei können Attributwerte verworfen, vereinigt oder aufgeteilt werden.

Nutzen von Semantic-Web-Technologien: Berücksichtigung/Erhaltung der semantischen Struktur bei der Aufbereitung der Anforderungen, z.B. bei Tools mit einem eigenen Informationsmodell.

5.3 Prozess “Informationen analysieren und zuordnen”

Der Prozess hat zum Ziel, Informationen wie Nutzerfeedback, systemrelevante Dokumente und Internetforen automatisiert zu analysieren und anforderungsrelevante Inhalte zu identifizieren. Eine ausführliche Beschreibung des Prozesses findet sich in [CLVZ07] in diesem Tagungsband.

6 Zusammenfassung und Ausblick auf geplante Forschungsaktivitäten

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Frage, wie Wiki-Systeme ergänzt durch Semantic-Web-Technologien das Requirements Engineering für große und verteilte Benutzergruppen unterstützen können. Das Requirements Engineering mit solchen Benutzergruppen stellt eine besondere Herausforderung dar. Durch die große Anzahl und räumliche Verteilung der Stakeholder ist der Aufwand für Befragung, Ermittlung und Abstimmung von Anforderungen sehr hoch. Diese Annahme wurde im Rahmen einer Unternehmensstudie des Projekts SoftWiki bestätigt.

Im Rahmen des Projektes SoftWiki wurde das wiki-basierte Requirements Engineering als Lösungsansatz entwickelt, um Requirements Engineering mit großen und verteilten Stakeholdergruppen zu betreiben. In diesem Beitrag wurde das wiki-basierte Requirements Engineering vorgestellt. Dabei wurde darauf eingegangen, wie Semantic-Web-Technologien nutzenbringend eingesetzt werden können. Ferner wurde erläutert, wie das wiki-basierte Requirements Engineering in die üblichen Softwaretechnik-

Aktivitäten wie herkömmliches Requirements Engineering, Entwurf, Implementierung usw. eingefügt wird.

Dieser Beitrag hat gezeigt, dass das wiki-basierte Requirements Engineering eine mögliche Lösung für den Umgang mit großen und verteilten Stakeholdergruppen ist. Möglich wird diese Lösung durch die Kombination der Konzepte Semantic Web, Social Software und Knowledge Management. Das wiki-basierte Requirements Engineering nutzt die Synergien aus allen drei Konzepten, um das Requirements Engineering mit großen und verteilten Stakeholdern zu unterstützen (siehe Abbildung 6).

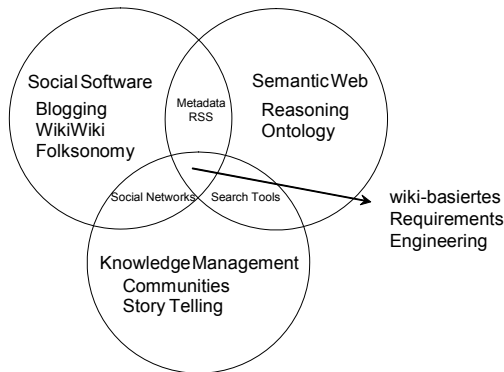


Abbildung 6: Einordnung von SoftWiki in aktuelle Konzepte (in Anlehnung an [Sem07])

Im Rahmen des SoftWiki-Projektes ist es geplant, den Nutzen von Wiki-Systemen im Requirements Engineering durch Experimente und Fallstudien zu untersuchen. In einer Pilotphase werden generische Wiki-Systeme in studentischen Projekten zur Unterstützung des Requirements Engineering eingesetzt. Die Organisation der Wiki-Inhalte und die Durchführung des Requirements Engineering werden dabei nicht durch das Wiki-System vorstrukturiert und bleiben den Studierenden überlassen.

In einer zweiten Pilotphase wird das SoftWiki-System in studentischen Projekten eingesetzt, welches den oben beschriebenen SoftWiki-Requirements-Engineering-Prozess unterstützt durch Textmining und Semantic-Web-Technolgien umsetzt.

Der Vergleich zwischen der ersten und zweiten Pilotphase soll zeigen, ob und in wie weit ein strukturierter Prozess unterstützt durch Textmining und Semantic-Web-Technologien einem generischen Wiki-System überlegen ist.

Die Erfahrungen aus den studentischen Projekten dienen dazu, den initialen Prototypen des Softwiki-Systems zu verbessern. Das verbesserte Softwiki-System soll schließlich in industriellen Pilotprojekten eingesetzt werden, um den Nutzen in einem industriellen Umfeld zu untersuchen.

7 Literaturverzeichnis

- [AnLR96] Anton, A., Liang, E., Rodenstein, R.A.: A web-based requirements analysis tool. In: Proceedings of the Fifth Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE'96), 1996.
- [AuRF06] Auer, S.; Riechert, T.; Fährich, K.-P.: SoftWiki - Agiles Requirements-Engineering für Softwareprojekte mit einer großen Anzahl verteilter Stakeholder. GeNeMe'06 - Gemeinschaft in neuen Medien, 2006.
- [Bmbf07] BMBF-Projekt SoftWiki, Förderkennzeichen 01ISF02B, www.softwiki.de, Abruf 09.03.07
- [BoGB01] Boehm, B., Grünbacher, P., and Briggs, R. O.: Developing Groupware for Requirements Negotiation: Lessons Learned. IEEE Software Vol. 18, No.3, 2001.
- [Boeh06] Boehm, B.: A View of 20th and 21st Century Software Engineering. In Proceedings of ICSE'06, May 20–28, 2006, S. 12-29.
- [CLVZ07] Cyriaks, H.; Lohmann, S.; Velioglu, V.; Ziegler, J.: Semantische Aufbereitung von Dokumentenbeständen zur Gewinnung anforderungsrelevanter Informationen. In: SoftWiki Project Workshop, 2007.
- [DaKP03] Dahlstedt, G., Karlsson, L., Persson, A., Natt och Dag, J., Regnell, B.: Market-Driven Requirements Engineering Processes for Software Products - a Report on Current Practices, RECOTS'03 - Proceedings of the International Workshop on COTS and Product Software, Monterey Bay, California, USA, 2003
- [DeRR07] Decker, B.; Ras, R.; Rech, J.; Jaubert, P.; Rieth, M.: Wiki-Based Stakeholder Participation in Requirements Engineering. IEEE Software, Vol 24, No. 2, 2007, S. 29-35.
- [Deni07] http://www.denis.bund.de/ueber_denis/index.html, Abruf 09.03.07
- [Dfg06] „Konstitution und Erhalt von Kooperation am Beispiel Wikipedia“, DFG-Projekt, 2006
- [EaCa96] Easterbrook, S.M., Callahan, J.: Independent validation of specifications: a coordination headache. In: Proceedings of the Fifth Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE'96), 1996
- [GeHi06] Geisser, M.; Hildenbrand, T.: Agiles, verteiltes Requirements Engineering mit Wikis und einer Kollaborativen Softwareentwicklungsplattform, Objektspektrum, Nr. 6, 2006
- [HaJS06] Happ, S., Jungmann, B., Schönefeld, F.: Web 2.0: Paradigmenwechsel in der Unternehmenskommunikation. In Meißner, K., Engelin, M. (Hrsg.): Virtuelle Organisation und Neue Medien, 2006.
- [HeGr98] Herlea, D.; Greenberg, S.: Using a groupware space for distributed requirements engineering. In Proceedings of the Seventh IEEE International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, S. 57-62, 1998.
- [HiWi05] Hippner, H. & Wilde T., 2005: Social Software. In: Wirtschaftsinformatik, 47 Jg., Nr. 6, S. 441-444. Wiesbaden: Vieweg.
- [Katz05] Katz, A., 2006: The Evolving Web. <http://web2.toptensources.com/TopTenSources/Default.aspx>, Abruf am 19.04.2006
- [KeCa95] Keil, M. and Carmel, E. 1995. Customer-developer links in software development. Commun. ACM Nr. 38, 5, 1995, S. 33-44.
- [LaHa07] Lauenroth, K.; Halmans, G.: Auswirkungen sehr vieler Stakeholder auf das Requirements Engineering, Software Technik Trends, Februar 2007
- [LeCu01] Leuf, Bo; Cunningham, W.: The Wiki Way: Collaboration and Sharing on the Internet. Addison-Wesley Professional, 2001.
- [ORei05a] O'Reilly, T., 2005: What Is Web 2.0. Abruf am 14.04.2006, <http://www.oreillynet.com/pub/a/OReilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html?page=1>
- [ORei05b] O'Reilly, T., 2005: Web 2.0: Compact Definition
- [PeSe06] Petzold, C.; Seidenglanz, S.: Foucalt@Wiki – First Steps Towards a Conceptual Framework for the Analysis of Wiki Discourses. In: WikiSym 06, 2006, S. 59-68.

- [Rhei94] Rheingold, H.: "Virtuelle Gemeinschaft", Bonn 1994.
- [SaSK99] Sawyer, P., Sommerville, I. and Kotonya, G.: Improving Market-Driven RE Processes. In: Proceedings of the International Conference on Product Focused Software Process Improvement, Oulu, Finland, 1999.
- [ScHe07] Schroer, J.; Hertel, G.: Voluntary Engagement in an Open Web-based Encyclopedia: Wikipedians, and Why They Do It, 2007 Verfügbar unter <http://www.abo.psychologie.uni-wuerzburg.de/virtualcollaboration/publications.php?action=view&id=44>
- [Sing06] Singel, R., 2006: Are You Ready for Web 2.0? <http://www.wired.com/news/technology/0,1282,69114,00.html>, Abruf 06.10.06
- [SiSC06] Sinha, V; Sengupta, B.; Chandra, S.: Enabling Collaboration in Distributed Requirements Management. In: IEEE Software Vol. 23, No. 5, 2006.
- [Wagn04] Wagner, C.: Wiki: A Technology for Conversational Knowledge Management and Group Collaboration. In: Communications of the Association for Information Systems, Vol. 13, 2004, S. 265-289.
- [Roy87] W. W. Royce: Managing the Development of Large Software Systems. In: Proceedings of the 9th International Conference on Software Engineering (ICSE'87), IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 1987, S. 328-338.
- [VMo04] V-Modell® XT – Grundlagen des V-Modells, 2004. Verfügbar unter: <http://ftp.uni-kl.de/pub/v-modell-xt/Release-1.1/Dokumentation/pdf/V-Modell-XT-Komplett.pdf>; abgerufen am 22.05.2007.
- [Poh07] K. Pohl: Requirements Engineering – Grundlagen, Prinzipien und Techniken. Dpunkt. Verlag, 2007.
- [Sem07] Semantic Web School. www.semantic-web.at, 2007.