Fortschritte im Requirements Engineering als Beitrag zu Kundenorientierung und zur Effizienzverbesserung im Entwicklungsprozeß von Informationssystemen

Erfahrungsbericht aus dem ESSI-Projekt 10594 "Methoden und Werkzeuge zur Qualitätssicherung des Softwareentwicklungsprozesses eines kleinen Softwarehauses"

Matthias Riebisch
Technische Universität Ilmenau, FG Prozeßinformatik
Postfach 0565; D-98684 Ilmenau
Tel. +49 / 3677 / 69-1231; Fax +49 / 3677 / 69-1614
EMail: Matthias.Riebisch@Theoinf.TU-Ilmenau.DE
URL: http://www.prakinf.tu-ilmenau.de/proinf/riebisch.html

Zusammenfassung

Aus Forderungen des Marktes an den Softwareentwicklungsprozeß werden Forderungen nach Kosten und Qualität sowie nach Geschwindigkeit und Flexibilität abgeleitet. Die Erfüllung dieser Forderungen ist nur durch verstärkte Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Informatik-Disziplinen sowie mit Management und Anwendern möglich. Aus dieser Erkenntnis werden Forderungen zur Verbesserung der Effizienz als Verhältnis von Qualität und Kosten abgeleitet. Es werden Maßnahmen vorgeschlagen, die eine unmittelbare Verbesserung der Situation speziell in der Praxis des Requirements Engineering erreichen können; bei ihrer Auswahl werden ökonomische Aspekte sowie aktuelle Möglichkeiten der am Markt erhältlichen Werkzeuge diskutiert.

Einleitung

Die Praxis des Requirements Engineering spiegelt deutlich die Situation des Softwareentwicklungs-Marktes wieder. Dieser hat sich zum Käufermarkt entwickelt, in dem an die Entwickler sowohl Forderungen nach Effizienzerhöhung - und damit Kostensenkung bei gleichzeitiger Qualitätsverbesserung - als auch Forderungen nach flexibler Reaktion

auf veränderte Kunden-Anforderungen gestellt werden. Trotz steigender Komplexität der Aufgaben sollen die Entwicklungszeiten verkürzt werden.
Nur diejenigen Softwareproduzenten werden am Markt bestehen können, die bei Erfüllung dieser Forderungen eine umfassende Kundenorientierung der System- und Softwareentwicklung erreichen.

Die Erfüllung dieser Forderungen erzwingen eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Disziplinen der Informatik sowie dem betrieblichen Management und den Anwendern bzw. Kunden. Dabei stehen die genannten Forderungen teilweise in Konflikt zueinander. Der (scheinbare) Widerspruch zwischen dem Streben nach Flexibilität und der Einführung eines Qualitätsmanagementsystems sei als Beispiel angeführt. Beim Finden von Kompromissen sind vor allem Besonderheiten und Anforderungen der jeweiligen Anwendungsgebiete zu berücksichtigen. Die Effizienz von Requirements Engineering und Qualitätsmanagement stellen dabei kritische Erfolgsfaktoren dar. Kundenorientierung erfordert auf diesem Gebiet neben schneller Reaktion auf eine Änderung von Anforderungen vor allem umfassende Weiterentwicklung der Anforderungsanalyse und
-definition. Es soll nur auf die sowohl von Forschern als auch von Anwendern oft wiederholte These verwiesen werden, wonach die Kluft zwischen Theorie und Praxis in keiner Disziplin der Informatik so groß sei wie auf dem Gebiet des Requirements Engineering. Zur Verringerung dieser Kluft beziehen sich die angeführten Forderungen und Maßnahmen mehr auf die Anpassung und Umsetzung bereits bekannter Techniken als auf die Entwicklung neuer.

Forderungen

Die Effizienz des Entwicklungsprozesses muß erhöht werden, indem der Aufwand bei der Entwicklung verringert wird und indem die Qualität der Produkte erhöht wird.
Der *Aufwand* kann durch problemangepaßte Ausdrucksmittel und Methoden sowie umfassende *Werkzeugunterstützung* beeinflußt werden. Beim Erstellen und Überarbeiten von Dokumenten wie Anforderungs-

und Entwurfsbeschreibungen leisten Werkzeuge seit langem Unterstützung. Besonderes Potential für Einsparungen liegt jedoch noch

- in der Unterstützung von Änderungen in Dokumenten durch automatische Sicherung der Konsistenz sowie
- in frühzeitiger werkzeugunterstützter Fehlersuche zur Einsparung von Überarbeitungszyklen und aufwendigen Spätfolgen.

Methoden und Ausdrucksmittel müssen zur Erhöhung der Effizienz des Requirements Engineering beitragen. Als besondere Anforderungen sind hier Flexibilität und Angepaßtheit an Spezifika des Anwendungsgebiets sowie Tolerierung bzw. Handhabung von Redundanz und Unvollständigkeit in den Dokumenten zu nennen. Insbesondere von den Ausdrucksmitteln muß gefordert werden, die Voraussetzungen für die Automatisierbarkeit einer Reihe von Tätigkeiten bei der Änderung von Anforderungsspezifikationen sowie bei ihrer Verifikation zu schaffen.

Die *Qualität* speziell der Anforderungsdokumente muß gesichert werden, ohne den dafür notwendigen Aufwand übermäßig zu steigern. Die Qualität besteht vor allem

- in der Korrektheit der spezifizierten Anforderungen im Sinne einer Übereinstimmung mit Forderungen und Vorstellungen des Kunden,
- der Vollständigkeit und Konsistenz der spezifizierten Anforderungen sowie
- in der Verständlichkeit der Dokumente sowohl für Entwickler als auch für Kunden und
- in der Prüfbarkeit der Dokumente.

Trotzdem muß man von der Unvollständigkeit und von Ungenauigkeiten der Vorstellungen des Kunden ausgehen.

Daraus lassen sich Forderungen nach weitgehend automatisierten Prüfungen ableiten, die einen Beitrag zu *Validation und Verifikation* leisten sollen. Validation bezeichnet dabei die Prüfung eines Dokuments gegenüber den Informationen und Dokumenten, aus denen es

entwickelt wurde; Verifikation bezeichnet die Prüfung eines Dokuments auf Qualitätskriterien wie Vollständigkeit und Konsistenz.

*Validation*sunterstützung im Requirements Engineering erfordert vor allem Verständlichkeit und Veranschaulichung gegenüber dem Kunden, von dem die Anforderungen ermittelt werden müssen, durch Angepaßtheit der Ausdrucksmittel sowie Simulation und Prototyping.

Die Forderung bezüglich *Verifikation* richtet sich an Ausdrucksmittel, Methoden und Werkzeuge, die Ansatzpunkte für solche formalen Prüfungen zur Verfügung stellen müssen. Obwohl wegen der naturgemäßen Unschärfe von Anforderungsbeschreibungen für Informationssysteme eine umfassende Verifikation von Anforderungen nicht erreichbar sein wird, sollen einzelne Prüfungen bereits eine wesentliche Verbesserung der Situation der Praxis leisten. Für sicherheitskritische Aufgabenbereiche können aufgrund der gänzlich anderen Kostensituation in größerem Maße formale Techniken des Requirements Engineering angewendet werden, die eine weitgehende Verifikation der Anforderungen beinhalten.

Die Qualität des *Projektmanagements* hat unmittelbaren Einfluß auf die Effizienz des gesamten Entwicklungsprozesses. Für den Projektabschnitt Anforderungsdefinition ist vor allem das Change Management sowie die Einbindung des Qualitätsmanagements von Bedeutung. Das Change Management kann durch Unterstützung und Organisation von Produkt-Änderungen aufgrund von Anforderungs-Änderungen ein hohes Potential für Einsparungen und Qualitätssteigerung erschließen, insbesondere wenn dabei Maßnahmen der Fehlervermeidung und -korrektur einbezogen werden. Forderungen richten sich hier an die Werkzeugintegration innerhalb der Entwicklungsumgebung, nach Methoden- und Werkzeugunterstützung beim Change Management sowie an die kontinuierliche Optimierung des Projektmanagements.

Die *Wiederverwendung* als mehrfache Nutzung geschaffener Ergebnisse muß ebenfalls angewendet werden, um die Effizienz des Prozes-

ses zu erhöhen [Rie93][Rie95]. Bei Änderungen von Anforderungen bzw. Dokumenten muß durch Nutzung von vorhandenen Anforderungsspezifikationen und von Dokumenten des Qualitätsmanagements zum Erreichen dieses Ziels beigetragen werden.

Maßnahmen

Im Folgenden soll ein Katalog von Maßnahmen vorgeschlagen werden, die größtenteils so ausgewählt sind, daß sie durch Synergieeffekte bei relativ geringem Aufwand wesentliche Fortschritte bewirken können. Entsprechend der gegenwärtigen Situation von Forschung und Praxis auf dem Gebiet des Requirement Engineering weisen die meisten Maßnahmen ingenieurgemäßes Herangehen auf, jedoch wird gegenwärtig durch Aufbereitung und Umsetzung von Forschungsergebnissen ein hohes Potential für Verbesserungen erschlossen.
Zunächst wird auf Maßnahmen im Zusammenhang mit Ausdrucksmitteln und mit der Unterstützung einzelner Tätigkeiten eingegangen. Da die Maßnahmen zum überwiegenden Teil durch Werkzeuge realisiert werden müssen, um die gewünschten Ergebnisse zu erreichen, wird im Anschluß auf die Auswahl von Werkzeugen unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher Aspekte eingegangen.

Beschreibung von Dokumenten als Hypertext bzw. Hypermedia

Die Beschreibung von Dokumenten als Hypertext ist dadurch gekennzeichnet, daß Links zwischen (Text-)Dokumentteilen, Glossar und Lexika in Anforderungs- und Entwurfsbeschreibungen genutzt werden. Durch gezielten Einsatz dieser Verknüpfungen wird eine Verringerung der Redundanzen in den Dokumenten selbst erreicht, für den Leser resultiert durch mehrfache Verweise eine höhere Verständlichkeit von Zusammenhängen und Begriffsbedeutungen.
Durch Einbeziehen von Referenzen zu Bezeichnern innerhalb von graphischen Darstellungen sowie von Szenarien der Visualisierung und Simulationstools kommen Hypermedia zustande.

Von besonderer Bedeutung für die Qualität der Dokumente ist die Sicherung der Konsistenz der Links, insbesondere während der auftretenden Änderungen von Anforderungen. Hier müssen Werkzeuge zum Einsatz kommen, wie sie zur Zeit u.a. für die Prüfung von SGML- und HTML-Dokumenten entwickelt werden. Zum Gegenstand solcher Prüfungen gehören z.B. die referentielle Integrität und die Konsistenz der Referenzen. Prüfungen der Korrektheit von Links sind im betrachteten Umfeld nur auf der Basis von Begriffen möglich, wobei Thesauri genutzt werden. Bei der Festlegung des Prüfungsumfangs spielen Gegenüberstellungen von Kosten und erreichbarem Ergebnis eine wichtige Rolle.

Konsequenzen des Einsatzes solcher Darstellungen bestehen in der Verringerung des Erstellungs- und Änderungsaufwandes, in der Verringerung von Inkonsistenzen bei Änderungen sowie in der Verbesserung von Verständlichkeit und Anschaulichkeit der Inhalte.

Unterstützung einer Vielfalt von graphischen Darstellungen

Es werden jeweils verschiedene graphische Darstellungen für Informations- und Datenstrukturen, Abläufe und (objektorientierte) Beziehungen bereitgestellt, die ineinander überführbar sein müssen, da je nach Aufgabenstellung und Erfahrungshintergrund unterschiedliche Darstellungen Akzeptanz finden. Grundlage einer solchen Überführbarkeit stellt ein Basissatz elementarer Objekte, Beziehungen und Attributen zum Ausdruck von Strukturen, Zuständen und Zustandsübergängen sowie Eigenschaften dar. Die Ausdrucksfähigkeit, die Bereitstellung von Ansatzpunkten für formale Verifikation und der Einsatzbereich hängen von diesem Basissatz ab.
Die bereitgestellten graphischen Darstellungen weisen eine enge Verwandtschaft zu den Ausdrucksmitteln auf, die dem Basissatz zugrunde liegen. Im genannten ESSI-Projekt [DKR94] wurde ein als Business Diagram bezeichnetes Darstellungsmittel zur Beschreibung von Geschäftsvorgängen, Abläufen und von Interaktionen entwickelt, das von Anwendern leicht verstanden wird und gleichzeitig durch seine Nähe zu Petri-Netzen Maßnahmen der Verifikation und Valida-

tion unterstützt. Ähnliche Arbeiten sind gegenwärtig Gegenstand der Forschung, als Beispiel sie hier [SRP94] genannt.

Wie bei anderen Maßnahmen auch, spielen bei der Entscheidung über die Entwicklung graphischer Darstellungen Abschätzungen von Kosten und erreichbarem Ergebnis eine wichtige Rolle.
Als Konsequenz der Anwendung ineinander überführbarer graphischer Darstellungen wird eine Vereinfachung der Kommunikation mit Anwendern bzw. Kunden und zwischen Entwicklern durch Auswahl der am besten geeigneten und akzeptierten Darstellung erreicht.

Unterstützung der Verifikation

Es erfolgt eine automatische Verifikation von Anforderungsdokumenten, soweit es der Grad der formalen Definition ihrer Ausdrucksmittel zuläßt. Eine vollständige Verifikation ist aus den unter Forderungen genannten Gründen nicht erreichbar. Eine Automatisierung der Prüfungen von Teilaspekten der Anforderungsbeschreibungen leistet jedoch bereits einen für die Praxis sehr wertvollen Beitrag zur Verbesserung. Sei umfaßt Prüfungen von Anforderungsdokumenten auf Inkonsistenzen und Unvollständigkeiten, wie z.B.

- Prüfung von Begriffen im Text mit dem Glossar bzw. Lexikon auf Referenzierung und Identität,
- Prüfung von Bezeichnern in graphischen Darstellungen auf Referenzierung durch Begriffe im Text und
- Prüfung von Bezeichnern zwischen Funktions-, Ablauf- und Strukturbeschreibungen auf gegenseitige Referenzierung.

Die Entwicklung von Ausdrucksmitteln einerseits mit weitgehend formal beschreibbarer Syntax und Semantik und andererseits mit in der Praxis benötigten Möglichkeiten zum Ausdruck von komplexen Zusammenhängen und nicht-technischen Anforderungen und mit einfacher Verständlichkeit durch Anwender sind, wie bereits erwähnt, Gegenstand der Forschung. Sie werden u.a. mit dem Ziel weitergehender Prüfungen entwickelt.
Als Ergebnis dieser Maßnahme sind eine Verringerung des Aufwands zur Qualitätssicherung, eine Verringerung des Aufwands zur Fehler-

behebung durch frühzeitige Erkennung sowie eine Verbesserung der Qualität der Dokumente erreichbar. Im Ergebnis dessen verringert sich auch der Aufwand bei Änderungen der Anforderungsdokumente.

Unterstützung des Prototypings

Werkzeuge zur Generierung von Prototypen sind bereits üblich. Es muß jedoch erreicht werden, Werkzeuge insbesondere zur Generierung von Prototypen für Nutzerschnittstellen in Entwicklungsumgebungen zu integrieren. Dazu gehört die Einbindung von simulativ auswertbaren Beschreibungen für Masken, Dialoge und Menüs in die Anforderungsspezifikationen.
Die Konsequenz dieser Maßnahme besteht darin, durch Verringerung des Aufwands eine umfassendere Nutzbarkeit (und Nutzung) von Prototyping-Möglichkeiten zu erreichen. Dadurch wird die Verständigung zwischen Anwender bzw. Kunde und Entwickler unmittelbar verbessert und dazu beigetragen, die Genauigkeit der Vorstellungen des Kunden die Korrektheit der Anforderungsdokumente in der oben genannten Hinsicht zu verbessern und gleichzeitig die Häufigkeit von nachträglichen Änderungen von Aufgabenstellung und Anforderungsdokumenten zu vermindern.

Vervollkommnung der Integration zwischen Werkzeugen für verschiedene Tätigkeiten

Die Integration auch von Werkzeugen für verschiedene Tätigkeiten und von verschiedenen Herstellern zu einer Entwicklungsumgebung muß ermöglicht werden. Dazu gehört u.a. die Schaffung von Mechanismen der Übergabe von Änderungsverweisen zwischen Werkzeugen. Es muß z.B. erreicht werden,

- daß Hinweise auf Anforderungsänderungen zur Überarbeitung des konzeptionellen Entwurfs und der dazugehörigen Qualitätssicherungsdokumente genutzt werden können sowie
- daß Änderungsdaten an das Projekt- und an das Konfigurationsmanagement weitergegeben werden.

Zur Realisierung solcher Maßnahmen geeignete Prinzipien sind bereits bekannt, wie die Nutzung von Repositories zum Projektmanagement. Auch werden von verschiedenen CASE-Herstellern Integrationspläne verfolgt. Bis zur praxiswirksamen Umsetzung dieser Vorhaben lassen sich mit möglichst einfachen Kopplungs-Maßnahmen z.B. auf Basis der Mittel des genutzten Betriebssystems wie OLE unter MS Windows oder den Pipes, und entsprechenden eigenen Erweiterungen an Projektmanagement- und Konfigurationsmanagement-Werkzeugen Maßnahmen mit gutem Kosten-Nutzen-Verhältnis realisieren.

Als Konsequenz der Werkzeugintegration wird erreicht, daß der Overhead bei Änderungen verringert und damit die Effizienz des Requirements Engineering insgesamt verbessert werden.

Werkzeugunterstützung

Ein großer Teil der vorgeschlagenen Maßnahmen zielt auf Werkzeugunterstützung ab. Manche Maßnahmen können bereits mit einigen am Markt erhältlichen Werkzeugen realisiert werden. Zahlreiche Maßnahmen, wie die der Hypertext- und der graphischen Darstellung, der Verifikationsunterstützung, des Prototypings und der Integration, werden von Werkzeugen noch nicht ausreichend unterstützt, oder der Aufwand zur Realisierung der Maßnahmen ist unverhältnismäßig hoch gegenüber dem erreichbaren Nutzen.
Für die Entwickler besteht die Aufgabe, geeignete Werkzeugunterstützung auszuwählen und einzuführen, um die eingangs formulierten Forderungen nach Effizienzverbesserung und Kundenorientierung erfüllen zu können. Aus den Forderungen und Maßnahmen lassen sich Kriterien zur Werkzeugauswahl ableiten. Weitere Forderungen wie z.B. die nach Ergonomie [DIN88] sind ebenfalls einzubeziehen. Ein solcher Kriterienkatalog wurde während des genannten ESSI-Projekts [DKR94] erstellt [Rie94].

Neben fachlichen Kriterien werden bei der Wichtung der Kriterien naturgemäß betriebswirtschaftliche Aspekte einfließen. Häufig lassen sich aus Erfahrungen Aussagen über Kosten einzelner Tätigkeiten ohne

Werkzeugunterstützung gewinnen. Durch Gegenüberstellung der Kosten bei Werkzeugnutzung lassen sich Aussagen zum Einsparungspotential ermitteln, die dann den (Mehr-)Kosten bei Realisierung von Maßnahmen gegenübergestellt werden können. Dabei erhalten Maßnahmen der Verifikationsunterstützung, der Herstellung von Links zwischen Dokumenten sowie Softwareergonomie häufig eine hohe Priorität. Ebenso ist die Integration verschiedener Werkzeuge wegen der zu erwartenden Einsparungen eine wichtige Maßnahme. Als Beispiele seien hier die direkte Übernahme von Anforderungsbeschreibungen in den konzeptionellen Entwurf und die gemeinsame Benutzung von Lexika für verschiedene Dokumente genannt.

Neben dem bekannten Vorgehen bei der Werkzeugauswahl [Balz91] [Herz94] mit Probeinstallation und Nutzung von Schulungsangeboten zur Eignungsprüfung sollten unbedingt Erfahrungen "realer" Anwender der Werkzeuge mit ähnlichen Aufgabenstellungen eingeholt werden. Es hat sich gezeigt, daß Verkaufszahlen, Referenzangaben der Anbieter und Aussagen leitender Mitarbeiter in Unternehmen, die die Werkzeuge einsetzen, häufig nur ungenaue Aussagen über Eignung und Qualität von Werkzeugen zulassen.

Wird die Werkzeugauswahl anhand eines Kriterienkataloges wie dem angegebenen durchgeführt, muß man häufig feststellen, daß keine Werkzeuge verfügbar sind, die alle wesentlichen Kriterien im Rahmen des vertretbaren Aufwands der Anschaffung und Anpassung erfüllen. Bei der Auswahlentscheidung muß man deshalb weitgehende Kompromisse schließen, bei deren Festlegung die Auswirkungen auf die Effizienz des Entwicklungsprozesses im Vordergrund stehen sollten.

Der Aufwand für Werkzeugunterstützung im Prozeß des Requirements Engineering ist hoch, er muß jedoch zu den Kosten für manuelle Beschreibung von Anforderungen, häufigere Änderungen und ggf. schlechtere Qualität in Bezug gesetzt werden. Die Auswahl der zu nutzenden Werkzeuge sollte trotz der auch dabei entstehenden Kosten gewissenhaft durchgeführt werden, denn zum Aufwand der eigentli-

chen Anschaffung kommt der Aufwand für die Einführung der Werkzeuge mindestens in der gleichen Größenordnung hinzu.

Resümee

Die anfangs genannten Forderungen nach Kundenorientierung, Flexibilität und Effizienz des Softwareentwicklungsprozesses führen dazu, daß die Bedeutung des Requirements Engineering gegenüber anderen Phasen des Prozesses beständig zunimmt. Die Ursache dafür ist im Gewicht der in den "frühen Phasen" getroffenen Entscheidungen zu sehen, die in starkem Maße sowohl die Qualität der Produkte als auch die Effizienz des Prozesses bestimmen.

Das Requirements Engineering ist ein stark durch Kommunikation geprägter Teil der Software- und Systementwicklung. Methoden- und Werkzeugunterstützung kann hier vor allem dann einen Beitrag zur Weiterentwicklung leisten, wenn sie durch Angepaßtheit an die jeweiligen Anwendungsgebiete Unterstützung bieten kann. Die Forderung nach Problemangepaßtheit sowie die nach Flexibilität und nach Darstellung auch nicht-funktionaler Aspekte ist wahrscheinlich auch eine Ursache dafür, daß formale Methoden in der Praxis derzeit noch eine wesentlich geringere Bedeutung haben als in der Forschung.

Literatur

[Balz91] Helmut Balzert [Hrsg.]: CASE - Systeme und Werkzeuge. 3. Aufl. Mannheim: BI-Wiss.-Verlag, 1991.

[DIN88] -: DIN 66 234, Teil 8: Bildschirmarbeitsplätze - Grundsätze ergonomischer Dialoggestaltung. DIN, 1988.

[DKR94] Driesel, H.; Krause, H.; Rammelt, J.U.; Riebisch, M.; Schöneberg, R.; Schreiber, A.; Vogt, M.: Projekthandbuch ESSI AE No. 10594. - Suhl: CIMTT, 1994.

[Herz94] Herzwurm: CASE-Technologie in Deutschland. Universität Köln, Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik und Systementwicklung, 1994. (4 Bände)

[SRP94] Schober, Claudia; Riebisch, Matthias; Philippow, Ilka: Konzept einer Spezifikations- und Entwurfsmethode für kleine und mittelgroße Systeme der Prozeßdatenverarbeitung. in: 39. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium der TU Ilmenau 27.-30. September 1994. Bd. I; S. 119-124.

[Rie93] Riebisch, M.: Wiederverwendung von prozeßnaher Software auf der Basis halbformaler Beschreibungen. Dissertation. TU Ilmenau, Fakultät Informatik und Automatisierung, Dezember 1993.

[Rie94] Riebisch, Matthias: Methoden- und Werkzeugauswahl unter dem Gesichtspunkt des Qualitätsmanagements. Projektbericht des FG Prozeßinformatik der TU Ilmenau, Oktober 1994.

[Rie95] Riebisch, Matthias: Einbindung von Wiederverwendungswerkzeugen in eine CASE-Umgebung. EPOS-Benutzertagung, München, 29.-30. 3. 1995.