

# Modellbasiertes Requirements Engineering – Eine Situationsanalyse zum Stand der Praxis<sup>1</sup>

Ernst Sikora, Bastian Tenbergen, Klaus Pohl  
Universität Duisburg-Essen, Software Systems Engineering  
D-45127 Essen  
{ernst.sikora, bastian.tenbergen, klaus.pohl}@sse.uni-due.de

## Motivation und Problemstellung

Neue Produkteigenschaften werden in zahlreichen technischen Domänen (wie zum Beispiel in der Automobilbranche) in zunehmendem Maße softwarebasiert realisiert. Die Anzahl von verteilten, miteinander vernetzten (softwarebasierten) Systemfunktionen steigt stetig an, wodurch die Komplexität der Systeme ebenfalls rapide zunimmt. Folglich wachsen auch die Herausforderungen für die Entwicklung dieser Systeme und insbesondere für das Requirements Engineering (RE). Die Anforderungen an die Systeme werden stetig komplexer und müssen in immer kürzeren Zyklen gewonnen, analysiert und spezifiziert werden. Dabei müssen häufig strikte Qualitätsstandards eingehalten werden, die bei sicherheitsrelevanten Systemfunktionen durch Normen und Standards reglementiert werden.

Der Einsatz von Modellen erscheint aufgrund positiver Erfahrungen in anderen Disziplinen als ein vielversprechender Lösungsansatz, um den oben genannten Herausforderungen im RE geeignet zu begegnen [2], [6]. Modelle können unter anderem dazu beitragen, eine hohe Systemkomplexität zu bewältigen, die Qualität von Anforderungen zu steigern, die Nachvollziehbarkeit zu verbessern und die Kommunikation zwischen Requirements-Ingenieuren und Kunden sowie Entwicklern zu unterstützen [5].

Damit die Forschung modellbasierte RE-Ansätze bereitstellen kann, die in der Praxis Akzeptanz finden, ist ein detailliertes und fundiertes Verständnis nötig, welche Erwartungen die Praxis an den Einsatz von Modellen im RE hat, welche Rahmenbedingungen zu beachten sind und welche konkreten Anforderungen an einen solchen Ansatz gestellt werden. Mit dieser Zielsetzung wurde in der Innovationsallianz SPES 2020 (Software Plattform Embedded Systems) eine umfassende Studie durchgeführt, bei der die derzeitige Rolle von Modellen im RE in der Praxis ebenso wie die Erwartungen an zukünftige modellbasierte RE-Methoden untersucht wurden.

In diesem Beitrag geben wir einen Überblick über frühere Studien und Berichte aus der RE-Praxis, skizzieren die von uns durchgeführte Studie und geben einen kurzen Ausblick auf die Entwicklung einer modellbasierten RE-Methode, die in SPES 2020 als Bestandteil eines modell-

basierten Entwicklungsansatzes für softwareintensive, eingebettete Systeme entwickelt wird.

## Frühere Studien zum Stand der Praxis im RE

Existierenden Arbeiten über den Stand der Praxis im RE können in zwei wesentliche Kategorien eingeteilt werden: Studien mit empirischer Datenerhebung und Fallberichte aus der Praxis ohne Datenerhebung.

Neill und Laplante [3] führten 2002 eine empirische Studie zu den in der Praxis eingesetzten RE-Techniken durch. Von den ca. 200 befragten Teilnehmern gaben 7% an, formale Sprachen zur Spezifikation von Anforderungen einzusetzen, 27% semiformale Sprachen und 51% gaben an, Anforderungen nicht-formal zu dokumentieren.

In einer Studie bei acht europäischen Herstellern von eingebetteten Systemen stellten Graaf et. al [2] fest, dass die häufigste Dokumentationsform von Anforderungen die natürliche Sprache ist. Gleichzeitig gaben die Befragten an, dass die definierten Anforderungen häufig eine unzureichende Qualität aufweisen und daher keine zuverlässige Basis für die Entwicklung darstellen. Die modellbasierte Anforderungsspezifikation, beispielsweise basierend auf der Unified Modelling Language (UML), wurde von den Befragten als ein vielversprechender Ansatz für diese Domäne angesehen. Allerdings besteht Unsicherheit über die richtige Verwendung der UML im RE.

Weber und Weisbrod [1] sowie Pretschner et. al [6] geben Fallberichte über das RE in der Automobilbranche. Sie kommen zu dem Schluss, dass die Technologie in dieser Domäne von den Entwicklern gut beherrscht wird, während der RE-Prozess als Hauptursache für Fehler verantwortlich zu machen ist. Laut [1] und [6] müssen der RE-Prozess und die darin eingesetzten Methoden besser in den Entwicklungsprozess integriert werden. Angesichts der hohen Komplexität und des erheblichen Umfangs von Anforderungsdokumenten in der Automobilbranche muss ein sehr hoher Aufwand in die Konsistenzsicherung und Nachvollziehbarkeit der Anforderungen investiert werden. Der Einsatz von Modellen im RE wird als Möglichkeit zur Reduktion dieses Aufwands gesehen.

Aus den bisherigen Studien kann geschlossen werden, dass, auch wenn natürliche Sprache die dominierende Dokumentationstechnik ist, Modelle im RE in der Praxis be-

---

<sup>1</sup> Dieser Beitrag wurde gefördert durch die BMBF Innovationsallianz SPES 2020, Förderkennzeichen 01IS08045.

reits eingesetzt werden und ein intensiverer, systematischer Einsatz von Modellen im RE grundsätzlich als vorteilhaft angesehen wird. Jedoch finden sich in den existierenden Studien und Fallberichten keine detaillierten Aussagen dazu, welchen Anforderungen und Rahmenbedingungen ein modellbasierter RE-Ansatz genügen muss. Zudem gibt es nur wenige Hinweise darauf, welche konkreten Verbesserungen von einem solchen Ansatz erwartet werden.

### **Vertiefende Studie zum modellbasierten RE**

Um detaillierte Aussagen über die Erwartungen und Rahmenbedingungen für einen modellbasierten RE-Ansatz für softwareintensive, eingebettete Systeme zu erhalten, wurde in der Innovationsallianz SPES 2020 eine empirische Studie mit etwa 10 Unternehmen aus den Domänen Automobil, Automatisierung, Avionik, Energie und Medizintechnik durchgeführt. Die Studie sollte einen Einblick in den Einsatz von modellbasierten Techniken in der heutigen RE-Praxis bieten, zu einem vertieften Verständnis der zentralen Herausforderungen im RE für softwareintensive, eingebettete Systeme führen und wesentliche Aspekte aufzeigen, für die ein modellbasierter RE-Ansatz Verbesserungen ermöglichen sollte. Basierend auf den Ergebnissen früherer Studien sowie auf Vorgesprächen mit den an der Studie beteiligten Unternehmen wurden unter anderem die folgenden inhaltlichen Themengebiete als zentraler Untersuchungsgegenstand der Studie gewählt, da sie wesentliche Auswirkungen auf den RE-Ansatz haben:

- *Am RE-Prozess beteiligte Rollen*: Eine modellbasierte RE-Methode muss eine Unterstützung für unterschiedliche Rollen bieten. Beispielsweise sollte für die verschiedenen Rollen geeignete Modelle und Sichten bereit gestellt werden.
- *Arten der zu erstellenden Anforderungsdokumente*: Die in verschiedenen Dokumentarten enthaltenen Informationen und deren Zusammenhänge sollten in einem modellbasierten Ansatz in geeigneter Weise abgebildet werden.
- *Abstraktionsstufen eingebetteter Systeme*: Die Spezifikation eines komplexen, softwareintensiven Systems umfasst häufig mehrere Abstraktionsstufen, die benötigt werden, um die hohe Komplexität des Systems zu beherrschen, und einen ausreichenden Detaillierungsgrad der Anforderungen zu erzielen.
- *Validierung und Verifikation*: Ein modellbasierter RE-Ansatz sollte aufgrund der teilweise formalen Spezifikation Vorteile bei der Qualitätssicherung bieten.
- *Verknüpfung unterschiedlicher Disziplinen*: Bei der Spezifikation von softwareintensiven, eingebetteten Systemen müssen Software-Anforderungen basierend auf den Systemanforderungen und dem Systementwurf definiert und auf die anderen Systembestandteile wie Mechanik und Elektronik abgestimmt werden.
- *Verzahnung mit anderen Entwicklungsaktivitäten*: Ein funktionierendes Zusammenspiel des RE mit Architek-

turentwurf, Sicherheitsanalyse und Test sind wesentliche Erfolgsfaktoren für einen RE-Ansatz für softwareintensive, eingebettete Systeme.

- *Zu erfüllende Normen und Standards*: Es sollte sichergestellt werden, dass die modellbasierte RE-Methode geltende Normen und Standards einhält.

Die Untersuchung wurde in mittels Interviews anhand eines definierten Gesprächsleitfadens (siehe [4]) durchgeführt (qualitativer Teil). Im Anschluss an jedes Interview wurde von dem Befragten jeweils ein Fragebogen mit ca. 60 Fragen und einer vorgegebenen Skala ausgefüllt, um statistisch auswertbare Daten zu ausgewählten Teilaspekten zu gewinnen. Des Weiteren wurden Daten zum Erfahrungshintergrund sowie zur Rolle der befragten Teilnehmer im Entwicklungsprozess erhoben.

Die Studie wurde im Zeitraum Mai 2009 bis Januar 2010 durchgeführt. 90% der Befragten gaben an, dass Anforderungen bei ihnen überwiegend in Textform vorliegen. 60% gaben jedoch auch an, teilweise Modelle im RE einzusetzen. Die Befragten forderten insbesondere bei der Sicherstellung der Konsistenz, Testbarkeit und Vollständigkeit von Anforderungen eine Unterstützung. 90% der Befragten gaben an, dass eine methodische Unterstützung für die Entwicklung von Anforderungen über mehrere Abstraktionsstufen hinweg von zentraler Bedeutung sei. 70% hielten die Einführung einer modellbasierten RE-Methode in den nächsten 5 bis 10 Jahren für realisierbar.

### **Ausblick**

Die Ergebnisse der Studie werden in einem umfassenden Bericht vorgestellt, der sich derzeit in Arbeit befindet. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Weiterentwicklung der in [5] skizzierten RE-Methode für eingebettete Systeme ein. Die RE-Methode wird zudem in den in der Studie betrachteten Anwendungsgebieten evaluiert und ist Bestandteil eines durchgängigen, modellbasierten Entwicklungsansatzes, der unter anderem RE, Architekturentwurf und Sicherheitsanalyse integriert.

### **Referenzen**

- [1] Weber, M.; Weisbrod, J.: Requirements Engineering in Automotive Development – Experiences and Challenges. IEEE Software 2003, S. 16-22.
- [2] Graaf, B.; Lormans, M.; Toetenel, H.: Embedded Software Engineering: The State of the Practice. IEEE Software 2003, S. 61-69.
- [3] Neill, C.; Laplante, P.: Requirements Engineering: The State of the Practice. IEEE Software, 2003, S. 40-45.
- [4] Oppenheim, A. N.: Questionnaire Design, Interviewing, and Attitude Measurement. Pinter, 1992.
- [5] Pohl, K.: Requirements Engineering – Grundlagen, Prinzipien, Techniken. 2. Auflage, Dpunkt, 2008.
- [6] Pretschner, A.; Broy, M.; Krüger, I.; Stauner, Th.: Software Engineering for Automotive Systems: A Roadmap. Proceedings of FOSE 2007.