

Leitfaden für modellbasiertes Requirements-Engineering und -Management softwareintensiver Eingebetteter Systeme — REMsES —

Broy, M.¹; Esperstedt, V.²; Houdek, F.³; Pohl, K.⁴; Wußmann, H.⁵

1: Technische Universität München, Software & Systems Engineering, München

2: MD Consulting & Informationsdienste GmbH, Erfurt

3: DaimlerChrysler AG, Ulm

4: Universität Duisburg-Essen, Software Systems Engineering, Essen

5: Berghof Automationstechnik GmbH, Eningen

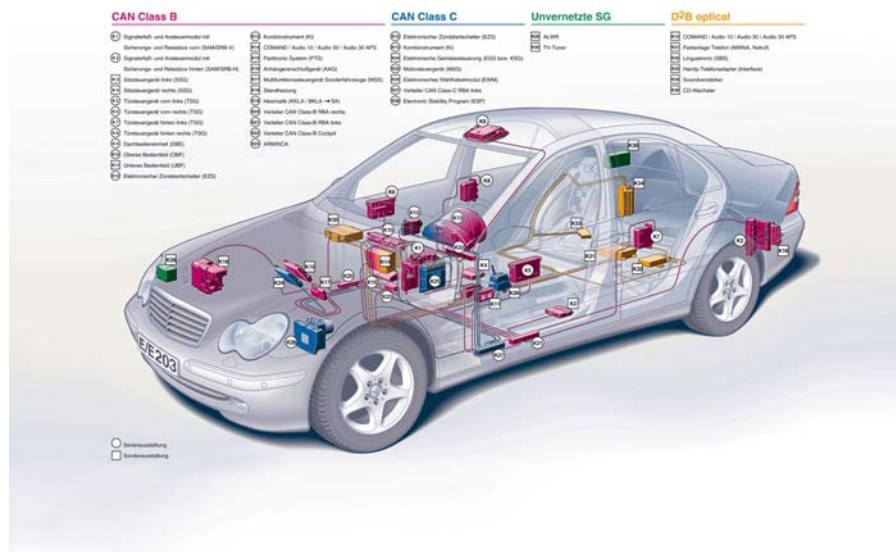
Kurzfassung

Die immer größer werdende Menge von softwaregesteuerten Funktionen für Eingebettete Systeme z.B. in modernen Kraftfahrzeugen erfordert ein für die jeweilige Domäne angepasstes und optimiertes Requirements Engineering und – Management (REM). Ohne geeignete Techniken im REM lässt sich die zunehmende Komplexität der Gewinnung, Dokumentation und Verwaltung der immer größer werdenden Anzahl von Anforderungen und ihrer Abhängigkeiten nicht mehr bewältigen. In der Praxis existierende ad-hoc Ansätze können die REM-Prozesse nicht ausreichend unterstützen. Dies führt zu einer fehleranfälligen und ineffizienten Entwicklung Eingebetteter Systeme.

Ziel des REMsES-Projektes ist die Erarbeitung eines praxistauglichen Leitfadens für ein systematisches REM Eingebetteter Systeme, insbesondere im Automobilbereich. Die praxistaugliche Ausrichtung des Leitfadens, z.B. durch eine Sammlung von Vorgehensmustern, ermöglicht einen auch für mittelständische Unternehmen vertretbaren Lernaufwand für den Einsatz des Leitfadens. Darüber hinaus soll der Leitfaden einen nahtlosen Übergang vom Requirements Engineering zum Architekturf Entwurf unterstützen. Der Anspruch des Leitfadens ist es, einen detaillierten Rahmen für die unternehmensspezifische Anpassung und somit für die Etablierung eines zielgerichteten REM zu bieten.

1 Einleitung

Die Funktionsvielfalt gerade für Eingebettete Systeme mit starker Vernetzung nimmt stetig zu. Moderne Kraftfahrzeuge verfügen z.B. über bis zu 2.500 softwaregesteuerte Funktionen. Abbildung 1 zeigt z.B. die Steuergeräte und ihre Vernetzung in einem modernen Kraftfahrzeug. Um die immer größer werdende Komplexität bewältigen zu können, ist die systematische und zielgerichtete Erhebung, Strukturierung, Dokumentation und Verwaltung einer immer größeren Zahl von Anforderungen notwendig.



© DaimlerChrysler

Abbildung 1: Überblick der Steuergeräte und ihre Vernetzung in einem modernen Fahrzeug.

Wegen der Bedeutung Eingebetteter Systeme für die deutsche Wirtschaft – besonders in einem globalisierten Markt – stellt die Beherrschung der REM-Prozesse eine immer wichtigere Fähigkeit dar. Dies gilt wegen der zunehmenden arbeitsteiligen Entwicklung immer mehr auch für kleine und mittlere Unternehmen (z.B. in der Rolle von Zulieferern). Die bisher in der Praxis existierenden ad-hoc Ansätze sind in dieser Hinsicht nicht zukunftsfähig.

1.1 Modellbasiertes Requirements Engineering und Requirements Management

Die in der Praxis eingesetzten REM-Ansätze sind stark textuell ausgerichtet und beruhen auf rudimentären ad-hoc Strukturierungen, die oft durch die Möglichkeiten der eingesetzten Werkzeuge bestimmt werden [Graaf et al. 2002]. Die Modellbasierung wird als ein viel versprechender Weg zur Komplexitätsbeherrschung gesehen, ist aber bisher auf der Anforderungsebene noch nicht genügend ausgeprägt.

Im Bereich des modellbasierten REM gibt es erste Ansätze zur Anwendung der Unified Modeling Language (UML [Rumbaugh et al. 2005]). In dieser Sprache werden verschiedene Beschreibungstechniken verwendet, wie beispielsweise Klassen- und Komponentendiagramme (zur Modellierung von Strukturen), Sequenzdiagramme (zur Modellierung von Abläufen) oder Use-Case-Diagramme (zur Kontextmodellierung [Cockburn 2001]).

Ein wichtiges Paradigma des modernen Requirements-Engineerings ist die zielbasierte Vorgehensweise [Yu et al. 1998], d.h. ausgehend von den Absichten der Stakeholder, also *warum* ein System benötigt wird, die Anforderungen abzuleiten [van Lamsweerde 2001]. Verschiedene zielorientierte Ansätze sind bekannt, beispielsweise I-Star [Yu 1997] oder dessen „Nachfolger“ GRL [GRL 2005].

Ergänzend hierzu ist ein szenariobasiertes Vorgehen wichtig, also die exemplarische Beschreibung *wie* Ziele erreicht werden können [Carroll 2000], um so die Lücke zwischen den Zielen und den konkreten Anforderungen zu schließen [Delnooz und Vrijnsen 2003]. Es existieren verschiedene szenariobasierte Ansätze, beispielsweise das CREWS Rahmenwerk [Roland et al. 1998]. Trotz der engen Verbindung von Zielen und Szenarien, ist eine integrierte ziel- und szenariobasierte Vorgehensweise, welche die Vorteile beider Ansätze kombiniert, immer noch Gegenstand aktueller Forschung [Ralyté et al. 1999].

Derzeit gibt es keine anerkannte Vorgehensweise und keine adäquate Werkzeugunterstützung, die informelle und formal modellierte Anforderungen integrieren und die schrittweise und systematisch informelle Anforderungen in formal modellierte Anforderungen verfeinern.

1.2 Requirements Engineering für Eingebettete Systeme

Modellbasierte Ansätze für das REM Eingebetteter Systeme existieren nur bruchstückhaft. Eine im ITEA-Projekt MOOSE durchgeführte Studie [Jäälinoja 2004] belegt, dass die systematische Behandlung von Anforderungen auf der Gesamtsystemebene bisher nicht vollständig beherrscht wird [Heumesser 2004]. Die Dokumentation von Anforderungen an Eingebettete Systeme unterscheidet sich selbst innerhalb eines Unternehmens von Projekt zu Projekt erheblich [Graaf et al. 2002].

Für die Entwicklung Eingebetteter Systeme ist die modellbasierte Software-Entwicklung ein geeignetes Mittel zur Beherrschung der Komplexität (siehe z.B. [Schlinghoff et al. 2004]). Die Erweiterungen der UML wurden in jüngster Zeit auch im Hinblick auf den Bereich Eingebetteter Systeme vorgenommen (UML-RT [Selic et al. 1998], UML 2.0 [Rumbaugh et al. 2005]). Es fehlen hier jedoch noch Konzepte zur Integration von informellen und formal modellierten Anforderungen, insbesondere auch bei der systematischen, schrittweisen Erarbeitung von modellbasierten Anforderungen aus informellen Anforderungen. Darüber hinaus wird die Behandlung von Anforderungen als wieder verwendbare Bausteine hierbei ebenfalls noch nicht berücksichtigt [Fleischmann et al. 2004].

Eine Anpassung der REM-Techniken für die jeweilige Domäne ist essenziell, da generalisierte Ansätze keine weit reichende Unterstützung im REM-Prozess bieten können. Ansätze wie UML-RT bieten zwar angemessene Modellierungskonzepte zur Darstellung der Systemarchitektur eines Eingebetteten Systems, beinhalten aber keine pragmatische (praxistaugliche) Integration von informellen, textuellen Anforderungen, die z.B. auch in der Automobilindustrie noch immer eine wichtige Rolle spielen. Als Konsequenz erlauben die verfügbaren REM-Werkzeuge wie beispielsweise *Doors* (Firma Telelogic), *Requisite Pro* (Firma IBM) oder *Caliber* (Firma Borland) zwar das Management informell formulierter Anforderungen, bieten aber aufgrund ihres generalisierten Ansatzes nicht genügend spezifische Unterstützung, um Anforderungen schrittweise formal zu modellieren und zu verfeinern.

Erste Lösungsansätze für das domänenspezifische REM existieren. So wurde z.B. im EMPRESS-Projekt [Heumesser 2004] ein konzeptuelles Modell (Produktmodell) für das Requirements-Engineering und -Management für änderungsintensive Software entwickelt [Botaschanjan et al. 2004]. Der Systematisierungs- und Detaillierungsgrad solcher Produktmodelle ist jedoch noch relativ gering. Diese Produktmodelle müssen daher im Einzelfall für die jeweils verwendete Methode oder Modellierungstechnik deutlich ergänzt werden, um eine Unterstützung für das REM konkreter Anwendungsdomänen bieten zu können. Insbesondere wurden die Ansätze nicht für den automobilen Kontext entwickelt. Dabei ist gerade der spezifische Kontext wichtig bei der Betrachtung Eingebetteter Systeme [Graaf et al. 2003].

Auch im Bereich Eingebetteter Systeme haben sich zielorientierte Vorgehensweisen etabliert. Omasreiter und Kolagari unterscheiden zwischen Business-, User- und Systemanforderungen

[Omasreiter und Kolagari 2003]. Die Business-Ebene entspricht der Managementsicht und definiert die Ziele. Die User-Ebene entspricht der Sicht der späteren Anwender und definiert die Features (Produktmerkmale). Die Systemebene entspricht der Entwicklersicht und beschreibt in einer sehr detaillierten Weise die spätere Implementierung. Dieser Ansatz ist rein textuell und zeigt keinen konkreten Übergang zur Architektur auf. Allerdings ist der Ansatz der Bildung von Abstraktionsebenen ein guter Ansatz zur Beherrschung der Komplexität Eingebetteter Systeme [Freund et. al. 2003].

Als Zusammenfassung lässt sich schließen, dass existierende Ansätze für das REM noch keine „umfassende“ und praxistaugliche Synthese der relevanten und bewährten REM-Techniken für Eingebettete Systeme (z.B. im Automobilbereich) darstellen. Ziel des REMsES-Projektes ist es daher, diese Situation zu ändern.

1.3 Ziele des REMsES-Projektes

Ziel ist die Erarbeitung eines praxistauglichen Leitfadens für ein systematisches REM Eingebetteter Systeme z.B. im Automobilbereich.

Der Leitfaden soll für folgende Probleme Lösungen bieten:

- Wie kann ein systematisches Requirements-Engineering und -Management erreicht werden, das die Beherrschung der Komplexität des REM Eingebetteter Systeme erlaubt?
- Wie können alle wichtigen Anforderungsartefakte (Ziele, Szenarien, Funktionen, Qualitätsanforderungen, Randbedingungen, ...) berücksichtigt werden?
- Wie können Wechselwirkungen zwischen Anforderungsgewinnung und Architekturentwurf (inkl. Hardware-/Software-Architektur) berücksichtigt werden und somit das Co-Design unterstützt werden?
- Wie kann die Konsistenz, Durchgängigkeit und Verständlichkeit der Artefakte des REM deutlich verbessert werden?
- Wie können Prozessaspekte des REM flexibel berücksichtigt werden, d.h. wie kann eine leichte Anpassung der konkreten Vorgehensweisen in einem Projekt unter Berücksichtigung von strategischen sowie ökonomischen Zielen, Vorgaben und Randbedingungen erzielt werden?

Der entstehende Leitfaden wird in einer praxistauglichen Form aufbereitet, um für Unternehmen mit einem vertretbaren Lernaufwand einsetzbar zu sein. Dies muss mit der Notwendigkeit einer sauberen Theorie und Modellvorstellung vereinbart werden, da ohne eine solche Formalisierung die gewünschte Systematisierung des REM nicht zu erreichen ist. Der Leitfaden wird daher neben den theoretischen und formalen Anteilen, Aspekte wie beispielsweise geeignete Darstellungstechniken und Prozess-Schritte in einer pragmatischen Form beinhalten. Hierzu zählt auch eine Sammlung von Anleitungen z.B. in der Form von „Vorgehensmustern“.

Mit dem Leitfaden wird zudem das Ziel verfolgt, einen nahtlosen Übergang vom Requirements-Engineering zum Architekturentwurf zu unterstützen. Damit wird der im entstehen befindliche Standard AUTOSAR methodisch ergänzt und fortgeschrieben, womit auch gewährleistet ist, dass die Forschungsergebnisse nach Ende des REMsES-Projekts verfügbar bleiben.

Der Anspruch des Leitfadens ist es, einen detaillierten Rahmen für die unternehmensspezifische Anpassung und somit für die Etablierung eines zielgerichteten REM zu bieten. Die Detaillierung geht allerdings nur soweit, dass eine breite Anwendbarkeit des Leitfadens über Projekt- und Unternehmensgrenzen hinweg gewährleistet bleibt.

2 Projektstatus und Vorgehensweise

2.1 Beteiligte Partner

Die folgenden Partner sind an dem Projekt beteiligt:

- Die **Berghof Automationstechnik GmbH** deckt den gesamten Bereich von der Teilkomponente über hybride Hardware-Software-Lösungen bis hin zum Gesamtprojektansatz mit Integration verschiedener Eingebetteter Ebenen ab und bietet somit eine ausgezeichnete Plattform für die Datenakquise, eine hervorragende Experimentiergrundlage für die Arbeiten im REMsES-Projekt und letztlich auch eine tragfähige Evaluierungsplattform.
- Die **DaimlerChrysler AG** kann auf einen großen Erfahrungsschatz im REM [Heumesser und Houdek 2004] sowie im Umgang mit einer formaleren Herangehensweise zurückgreifen und stellt damit ein wertvolles und notwendiges Bindeglied zwischen den Hochschulpartnern und den beteiligten KMUs dar.
- **MD Consulting & Informationsdienste GmbH** verfügt über einschlägige Erfahrungen in ähnlich gelagerten Projekten und arbeitete im Rahmen deren Realisierung bereits erfolgreich mit anderen KMUs sowie Großunternehmen zusammen.
- Die **Universität Duisburg-Essen (Software Systems Engineering, Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik)** bringt ihre Kompetenzen im Bereich des ziel- und szenariobasierten Requirements-Engineering [Pohl und Sikora 2005] ein und liefert Beiträge und Erfahrungen im Bereich des REM. Darüber hinaus wird die Universität Duisburg-Essen ihr Wissen über die Produktlinien-Entwicklung im Projekt integrieren [Pohl et al. 2005].
- Die **Technische Universität München (Software & Systems Engineering, Fakultät für Informatik)** kann u.a. auf eine breite Erfahrung im Bereich der formalen Modellierung (insbesondere auch von Eingebetteten Systemen) zurückgreifen und somit wesentlich zur Zusammenführung von REM-Ansätzen und Ansätzen zur möglichen Formalisierung (oder präzisen Beschreibung) beitragen [Broy und Stølen 2001], [AutoFocus 2004].

2.2 Grundlegende Konzepte und Prinzipien zur Entwicklung des Leitfadens

Die Entwicklung des Leitfadens orientiert sich an folgenden grundlegenden Prinzipien:

- **Einheitliches, konzeptuelles Produktmodell:** Alle relevanten Arten von Artefakten (Ziele, funktionale Anforderungen, Qualitäts-Anforderungen, Randbedingungen, Szenarien, ...) werden in einem konzeptuellen Modell (dem Produktmodell) beschrieben. Damit steht eine einheitliche Menge von Konzepten (und damit eine von allen Beteiligten verstandene „Sprache“) für das REM Eingebetteter Systeme zur Verfügung.
- **Klar definierte Abstraktionsebenen:** Ein systematisches REM und die Beherrschung der Komplexität einzelner REM-Aktivitäten werden durch die klare Strukturierung des Produktmodells in Abstraktionsebenen erreicht. Diese ermöglicht die eindeutige Zuordnung von relevanten Artefakten, Aktivitäten, Techniken, Zuständigkeiten und Prinzipien zu den jeweiligen Abstraktionsebenen.
- **Unterstützung des Co-Designs:** Die Wechselwirkungen zwischen Anforderungsgewinnung und Architekturentwurf werden im Produktmodell als Abhängigkeiten beschrieben. Das Co-Design wird mit Hilfe der Abstraktionsebenen in handhabbaren und

überschaubaren Teilprozessen durchgeführt, in welchen eine schrittweise Berücksichtigung von Hardware- und Software-Aspekten erfolgt (siehe Abbildung 2).

- **Geeignete Sichten und Darstellungen:** Durch die Berücksichtigung verschiedener Sichten auf den unterschiedlichen Abstraktionsebenen, sowie durch geeignete Darstellungstechniken wird die Konsistenz, Durchgängigkeit und Verständlichkeit der Artefakte des REM deutlich verbessert. Zu diesen Sichten gehören prinzipielle Systemziele, Systemnutzungs- und Systemeinbettungsszenarien, annotierte Feature-Bäume mit Beziehungen, traditionelle Funktions- und Schnittstellenspezifikationen und Darstellungstechniken für Qualitätsanforderungen sowie Randbedingungen.
- **Anpassbarkeit an REM-Vorgehensweisen:** Die leichte Anpassung an konkrete REM-Vorgehensweisen wird ermöglicht, indem nur die Ein- und Ausgabeartefakte einzelner Aktivitäten in Bezug auf das Produktmodell beschrieben und keine konkreten Methoden zu ihrer Erzeugung fest vorgeschrieben werden.

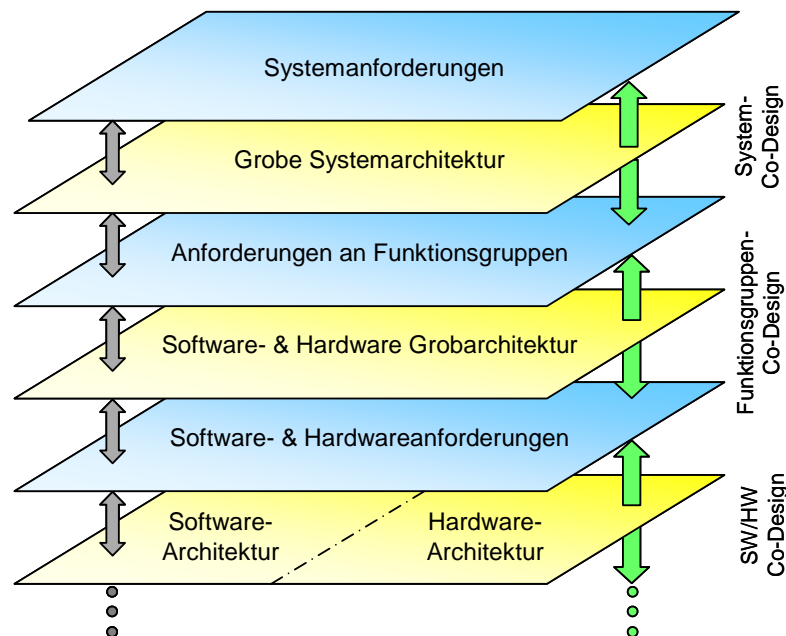


Abbildung 2: Strukturierung und Komplexitätsreduktion durch Abstraktionsebenen im REM

Schlüsselkonzept zur Beherrschung der Komplexität ist die Definition klar abgegrenzter Abstraktionsebenen, die sich an der Produktstruktur in der Anwendungsdomäne Automobil ausrichten (siehe Abbildung 2). Der „Übergang“ zwischen den Ebenen sowie die Koordination von Änderungen zwischen den Ebenen erfolgt durch klar definierte „Schnittstellen“ und Zuständigkeiten. Hierfür werden die Strukturen der jeweiligen Ebenen so aufgebaut, dass der „Übergang“ zwischen den Ebenen möglichst ohne Strukturbrüche und Semantikverlust vollzogen werden kann. Zur Änderungsunterstützung wird hierbei insbesondere die Nachvollziehbarkeit der Artefakte zwischen den Ebenen (aber auch innerhalb einer Ebene) etabliert. Hierzu werden geeignete Mittel sowie angemessene Abstraktionen untersucht und in ein Vorgehen integriert (Aufwands- und Nutzenabwägung).

2.3 Vorgehensweise

Das REMsES-Projekt basiert auf einer engen Kooperation von kleinen und mittleren Unternehmen, von Großunternehmen und von Universitäten, da nur dadurch die gewünschte formale Fundierung und zugleich die praktische Validierung des Leitfadens erreicht werden kann.

Die enge Kooperation spiegelt sich in dem Arbeitsplan u.a. durch die Verschränkung der Erarbeitung von Lösungen und deren Überprüfung aber auch durch regelmäßige Industrie-Workshops wider.

Das REMsES-Projekt unterteilt sich in drei Abschnitte:

1. **Initialisierung:** Zur Fokussierung des Projekts erfolgt zu Beginn eine umfassende Erhebung der Anforderungen der Unternehmen an einen REM-Leitfaden, sowie der Abgleich der Anforderungen mit dem Stand der Wissenschaft. Basierend auf den Vorarbeiten der Antragsteller sowie auf den Ergebnissen der Befragung erfolgt dann die Definition der Grobstruktur des Produktmodells.

Ergebnis: Grobstruktur Produktmodell und Dokumentation der Anforderungen

2. **Erarbeitung des Leitfadens:** Die Erarbeitung des Leitfadens erfolgt iterativ im zweiten Abschnitt des Projekts. Eine Iteration besteht jeweils aus der Erarbeitung von Ergebnissen für einen Teilaspekt sowie deren Validierung. Die einzelnen Iterationen ergeben sich aus der im REMsES-Projekt verfolgten Ebenenstruktur des Produktmodells. Zur Unterstützung der Verbreitung der Ergebnisse werden die erzielten Ergebnisse anhand von Illustratoren verständlich aufbereitet. Zum Abschluss erfolgt eine Konsolidierung der Ergebnisse u.a. basierend auf einem Workshop mit Industriebeteiligung.

Ergebnis: Ausarbeitung des Leitfadens für alle Abstraktionsstufen erstellt und validiert

3. **Beispielhafte Anwendungen des Leitfadens und Verbesserung:** In diesem letzten Projektabschnitt wird der Leitfaden beispielhaft auf drei spezielle Fragestellungen des REM angewendet. Diese Fragestellungen werden zunächst getrennt untersucht und einzelne Ergänzungen des Leitfadens vorgenommen. Am Ende werden diese Ergänzungen in den Leitfaden integriert und dieser insgesamt verbessert.

Ergebnis: verbesserter Leitfaden auf Grund von ersten Praxiserfahrungen

Begleitend zu diesen Phasen erfolgt die Verbreitung der Ergebnisse durch Publikationen sowie Präsentationen auf einschlägigen Tagungen. Zudem werden zwei Anwender-Workshops (am Ende der zweiten und am Ende der dritten Phase) abgehalten. Die Veröffentlichung aktueller Resultate und die Präsentation der Illustratoren erfolgt auf dem Projekt-Web-Portal.

2.4 Projektstatus

Zurzeit befindet sich das Projekt in der Initialisierungsphase (s. Abschnitt 2.3). Es werden Ziele für den Leitfaden und seine Anwendung aus der Sicht jedes Projektteilnehmers definiert. Aus den Zielen werden Szenarien abgeleitet, welche beispielhaft zur Erfüllung der genannten Ziele beitragen. Diese Schritte werden iterativ durchgeführt und mehrfach wiederholt, da sich aus der Definition von Anwendungsszenarien für den Leitfaden neue Ziele ergeben können und diese wiederum durch neue Szenarien konkretisiert werden.

Die entwickelten Szenarien dienen als Basis für die Ableitung von Anforderungen an den Leitfaden. Fokussiert auf die gewonnenen Anforderungen wird der Stand der Technik und Praxis betrachtet und es wird beleuchtet, ob es bereits Techniken, Methoden und Werkzeuge gibt, welche die Anforderungen an den Leitfaden insgesamt oder teilweise erfüllen können.

3 Ausblick

Das Ergebnis des Projektes REMsES wird ein validierter Leitfaden für das REM Eingebetteter Systeme sein, welcher praxistauglich ist und für konkrete Projekte in den Unternehmen angepasst werden kann.

Die Verwertung der angestrebten Forschungsergebnisse soll durch mehrere Maßnahmen (mit unterschiedlichem Zeithorizont) angegangen werden:

- **Direkte Nutzung und Verbreitung der Ergebnisse durch die industriellen Projektpartner:** Die beteiligten industriellen Partner werden den REMsES-Leitfaden nach einer eventuell angebrachten Anpassung in laufende Entwicklungsprojekte einfließen lassen und ihn für ein einheitliches REM zwischen Auftraggebern und Zulieferern einsetzen.
- **Einbringen der Ergebnisse in die Weiterentwicklung von Standards:** Für den Übergang von Anforderungen zur Architektur wird der Standard **AUTOSAR** auf Basis der REMsES-Ergebnisse methodisch ergänzt und fortgeschrieben. Dadurch wird die langfristige Verfügbarkeit der Ergebnisse des Projekts gewährleistet. Die Mitarbeit an weiteren Standards ist denkbar.
- **Öffentliche Bereitstellung der Ergebnisse:** Neben Publikationen und Konferenzpräsentationen, die im Rahmen des REMsES-Projekts entstehen, ist angestrebt, die Ergebnisse in zwei Industrie-Workshops zu präsentieren und geeignet zur Verfügung zu stellen. Diese Workshops werden im Vorfeld breitflächig angekündigt werden. Des Weiteren werden ausgewählte Ergebnisse Online zur Verfügung gestellt (z.B. über das Projekt-Web-Portal).
- **Kommerzielle Werkzeugentwicklung:** Auf Basis des Konzepts für die prototypische Umsetzung des Leitfadens in ein Werkzeug ist die Entwicklung eines kommerziellen Werkzeugs durch eine Ausgründung angedacht.
- **Beratung (Consulting) und Lehre:** Die Projektergebnisse sollen nach Projektabschluss geeignet aufbereitet sowohl einer industriellen Zielgruppe als auch Studierenden vermittelt werden.

Der REMsES-Leitfaden wird darüber hinaus einen Multiplikationseffekt bewirken, da dessen erfolgreiche Anwendung die Basis für eine fokussierte Weiterentwicklung sowie für die systematische Reflektion von praktischen Erfahrungen bietet. Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur Systematisierung des REM Eingebetteter Systeme auch über die Konsortialpartner hinweg geleistet.

4 Literaturverzeichnis

[AutoFocus 2004] Web-Site des Projekts AutoFocus 2, 2004. <http://www4.in.tum.de/~af2>

[Botaschanjan et. al. 2004] Botaschanjan, J., Fleischmann, A., Pister, M.: A conceptual model for Requirements Engineering and Management for change-intensive Software, In: Proceedings of the IASETED International Conference on Software Engineering ~SE2004~ as part of the 22nd IASTED International Multi-Conference on Applied Informatics, Innsbruck, Austria, 2004.

[Broy und Stølen 2001] Broy, M.; Stølen, K.: Specification and Development of Interactive Systems: Focus on Streams, Interfaces and Refinement. Springer-Verlag, 2001.

[Carroll 2000] Carroll, John M.: Making Use: Scenario-Based Design of Human-Computer Interactions, MIT Press, 2000.

[Cockburn 2001] Cockburn, A.: Writing Effective Use Cases. Addison-Wesley, Boston, 2001.

- [Delnooz und Vrijnsen 2003] Delnooz, C. and Vrijnsen, L.: Experiences with scenarios and Goal-Oriented RE, Proceedings of (Landelijk Architectuur Congres) LACS2003, August 2003.
- [Fleischmann et al. 2004] A. Fleischmann, E. Geisberger, M. Pister: Herausforderungen für das Requirements Engineering eingebetteter Systeme. Technischer Bericht der TU München, TUM-I0414. München, 2004.
- [Freund et. al. 2003] Freund, U., v. d. Beeck, M., Braun, P., Rappl, M.; Architecture Centric Modeling of Automotive Control Software. In: World Congress of Automotive Engineers, SAE Transactions Paper, 2003
- [Graaf et al. 2002] Graaf, B.; Lormans, M.; Toetenel, H.: Software Technologies for Embedded Systems: An Industrial Inventory. In PROFES 2002, Springer-Verlag, 2002, S. 453–465
- [Graaf et al. 2003] Graaf, B., Lormans, M., Toetenel, H.: Embedded Software Engineering: The State of the Practice. In: IEEE Software, Ausgabe 20, Heft 6, S. 61-69, 2003.
- [GRL 2005] New Draft Recommendation Z.151 — Goal-Oriented Requirement Language (GRL). Version 3.0, Sept. 2003. http://www.usecasemaps.org/urn/z_151-ver3_0.zip
- [Heumesser 2004] Heumesser, N. (Hrsg.): Evolution Management and Process for Real-Time Embedded Software Systems Framework for Requirements, Deliverable 3.1, 5. April 2004
- [Heumesser und Houdek 2004] Heumesser, N.; Houdek, F.: Experiences in Managing an Automotive Requirements Engineering Process. In: Proc. Int. Requirements Engineering Conference (RE'04), S. 322–327, September 2004
- [Jääliñoja 2004] Jääliñoja, J.: Requirements implementation in embedded software development. VTT Publications 526. Espoo, 2004.
- [Omasreiter und Kolagari 2003] Omasreiter, H.; Tavakoli Kolagari, R.: Ziel- und kundenorientierte Anforderungserstellung mit Abstraktionsebenen als zentraler Erfolgsfaktor bei der Entwicklung von Kfz-Software. In: EUROMOTIVE Conference, 2003.
- [Pohl et al. 2005] Pohl, K.; Böckle, G.; Van der Linden, F.: Software Product Line Engineering – Foundations, Principles, and Techniques. Springer, Berlin Heidelberg New York, erscheint: August 2005.
- [Pohl und Sikora 2005] Pohl, K.; Sikora, E.: Requirements Engineering für eingebettete Software. In: Liggesmeyer, P. und Rombach, D. (Hrsg.): Software Engineering eingebetteter Systeme. Elsevier, Heidelberg, 2005.
- [Ralyté et al. 1999] Ralyté, J; Rolland, C; Plihon V.: Method Enhancement with Scenario Based Techniques, The 11th Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE 99), Heidelberg, 1999.
- [Rolland et al. 1998] Rolland, C.; Jarke, M.; Pohl, K.; Haumer, P.: A Proposal for a Scenario Classification Framework. Requirements Engineering Journal, Vol. 3, No. 1, S. 23–47, 1998.
- [Rumbaugh et al. 2005] Rumbaugh, J., Jacobson, I., Booch, G.: The Unified Modeling Language Reference Manual – Second Edition, Addison Wesley, Boston, 2005.
- [Schlinghoff et. al. 2004] Schlinghoff, H., Conrad, M., Dörr, H., Sühl, C.: Modellbasierte Steuergerätesoftwareentwicklung für den Automobilbereich. In: Automotive – Safety & Security 2004, Sicherheit und Zuverlässigkeit für automobile Informationstechnik, Stuttgart, 2004.

- [Selic et al. 1998] Selic, B.; Rumbaugh, J.: Using UML for Modeling Complex Real-Time Systems. Whitepaper, IBM - Rational Software Corp., März 1998.
- [van Lamsweerde 2001] Van Lamsweerde, A.: Goal-Oriented Requirements Engineering: A Guided Tour. In: Proc. of the 5th IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE'01), S. 249–262, 2001.
- [Yu 1997] Yu, E.: Why Agent-Oriented Requirements Engineering. In: Proceedings of the 3rd International Workshop on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality (REFSQ 97), Barcelona, Catalonia, Spain; 171-183, 1997.
- [Yu et. al. 1998] Yu, E., Mylopoulos, J.: Why Goal-Oriented Requirements Engineering. In: Proceedings of the 4th International Workshop on Requirements Engineering: Foundations of Software Quality (8-9 June, Pisa, Italy). Presses Universitaires de Namur, 1998, S. 15-22.