Entwicklung großer Systeme mit generischen Methoden

Finanzierungsantrag

2001 - 2002 - 2003

Sonderforschungsbereich 501

Universität Kaiserslautern

April 2000

An die
Deutsche Forschungsgemeinschaft
- Sonderforschungsbereiche -
53170 Bonn

Antrag auf Finanzierung des Sonderforschungsbereichs 501

"Entwicklung großer Systeme mit generischen Methoden"

gefördert seit 1995
für die Jahre **2001 - 2002 - 2003**

Sprecherhochschule:
Universität Kaiserslautern

Sprecher:
Prof. Dr. Jürgen Nehmer
Sonderforschungsbereich 501
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Telefon: 0631 / 205-4020
Telefax: 0631 / 205-3289

Sekretariat des SFB:
Helena Alt
Sonderforschungsbereich 501
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Telefon: 0631 / 205-4025
Telefax: 0631 / 205-3289

Kaiserslautern, 1.2.2000

....
Prof. Dr. J. Nehmer
(Sprecher)

Kaiserslautern, 1.2.2000

....

Prof. Dr. G. Warnecke
(Präsident)

Universität Kaiserslautern

Inhaltsverzeichnis

0 Erklärung zur Raumsituation des SFB ix

1 Allgemeine Angaben zum SFB 1

1.1 Forschungsprogramm 2

1.2 Übersicht über die Teilprojekte 5

1.2.1 Übersicht über die Teilprojekte, gegliedert nach Projektbereichen 5

1.3 Inhaltlich-strukturelles Umfeld und personelle Situation des SFB 6

1.4 Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses 6

1.4.1 Verzeichnis der laufenden Dissertationen 7

1.4.2 Besondere Maßnahmen zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses 9

1.5 Alphabetische Liste der am Sonderforschungsbereich beteiligten Wissenschaftler 10

1.6 Verzeichnis der Forschungsthemen, an denen Wissenschaftler des Sonderforschungsbereichs mitarbeiten und die in anderen Verfahren der Deutschen Forschungsgemeinschaft oder anderer Zuwendungsgeber gefördert werden oder für die Förderungsanträge gestellt sind 14

1.7 In der Ordnung des SFB vorgesehene Gremien und ihre personelle Zusammensetzung 15

2 Überblick über die bisherige und die beantragte Förderung des Sonderforschungsbereichs 16

2.1.1 Zusammenstellung der dem Sonderforschungsbereich bis einschließlich 2000 aus der Grundausstattung zur Verfügung gestellten Sachmittel sowie des entsprechenden Ansatzes für 2001 16

2.1.2 Zusammenstellung der als Ergänzungsausstattung für den Sonderforschungsbereich bis einschließlich 2000 bewilligten und für die Haushaltsjahre 2001 bis 2003 beantragten Mittel 17

2.2 Anzahl der Mitarbeiter/innen, die aus der Grundausstattung im HH-Jahr 2001 für die jetzt beantragten Teilprojekte zur Verfügung stehen werden 18

2.3 Anzahl der Mitarbeiter/innen, für die Personalmittel aus der Ergänzungsausstattung beantragt werden 19

2.3.1 für das Haushaltsjahr 2001 19

2.3.2 für das Haushaltsjahr 2002 20

2.3.3 für das Haushaltsjahr 2003 21

2.4 Als Ergänzungsausstattung beantragte Sondermittel für Sächliche Verwaltungsausgaben 22

2.4.1 für das Haushaltsjahr 2001 22

2.4.2 für das Haushaltsjahr 2002 23

2.4.3 für das Haushaltsjahr 2003 24

2.5 Liste der Geräte über DM 20.000,-- , die aus Mitteln für Sonderforschungsbereiche oder aus Mitteln der Grundausstattung (HBFG, Mittel der Hochschule, des Landes) beschafft worden sind bzw. als Leihgabe der DFG zur Verfügung stehen oder deren Beschaffung 2000 aus Mitteln des SFB oder anderer Förderungsverfahren vorgesehen ist 25

2.6 Liste der als Ergänzungsausstattung für die HH-Jahre 2001 / 2002 / 2003 beantragten Geräte über DM 20.000,-- 26

3 Darstellung des Programms nach Projektbereichen und Teilprojekten 27

Projektbereich Z: "Anträge von allgemeinem Interesse" 27

Projektbereich A: "Software-Entwicklungsumgebung" 35

Teilprojekt A1 39

Teilprojekt A2 63

Teilprojekt A3 85

Projektbereich B: "Generische Modelle und Methoden der Systementwicklung" 107

Teilprojekt B1 111

Teilprojekt B2 135

Teilprojekt B4 157

Teilprojekt B5 179

Teilprojekt B10 197

Teilprojekt B11 215

Teilprojekt B12 243

Projektbereich C:"Beschreibungstechniken" 261
Teilprojekt C1 265

Projektbereich D:"Prototypanwendungen" 285
Teilprojekt D1 289

Teilprojekt D2 317

4 Geschäftsordnung des SFB 345

Erklärung zur Raumsituation des Sonderforschungsbereichs

		ja	nein
Decken die vorhandenen Räume den Bedarf des Sonderforschungsbereichs zum Antragszeitpunkt?		(x)	
Wird der Raumbedarf in den Haushaltsjahren	2001	(x)	
	2002	(x)	
	2003	(x)	
einschließlich einer etwa beantragten Erweiterung des Sonderforschungsbereichs gedeckt werden?			

Falls nein:

Wie sollen die benötigten Räume beschafft werden?

( ) durch Umverteilen vorhandener Räume

( ) durch Neu- bzw. Umbau

( ) durch Anmietung

Wie soll die vorstehend genannte Maßnahme finanziert werden?

( ) aus Haushaltsmitteln der Hochschule

( ) aus sonstigen der Hochschule zur Verfügung stehenden Mitteln

	ja	nein
Beziehen Arbeitsgruppen des Sonderforschungsbereichs im laufenden Jahr oder im Antragszeitrum neuerbaute oder umgebaute Räume?		(x)

Wenn ja, bitte den Zeitpunkt angeben:

Kaiserslautern, 1.2.2000 ....

Der Präsident

(Prof. Dr. G. Warnecke)

Allgemeine Angaben zum Sonderforschungsbereich

1.1 Forschungsprogramm

Der SFB hat sich die Aufgabe gestellt, Verfahren zur Entwicklung großer Softwaresysteme, nachfolgend Systeme genannt, auf der Basis "generischer Methoden" zu erarbeiten. Unter dem Begriff "generische Methoden" fassen wir alle Beschreibungs- und Generierungstechniken mit den dazugehörigen Werkzeugen zusammen, durch die eine Wiederverwendung von existierenden Softwareprodukten, Entwicklungsschritten und Erfahrungen bei der Entwicklung eines neuen Systems methodisch unterstützt wird. In wohlverstandenen Teilbereichen soll diese methodische Unterstützung bis zur automatischen Softwaregenerierung getrieben werden. Wir erhoffen uns von den Ergebnissen des SFB wesentliche Impulse für eine ingenieurmäßige Softwaretechnologie, durch die - in Anlehnung an die klassische Konstruktionslehre des Maschinenbaus - große Systeme mit vorgegebenen Qualitätsanforderungen und abschätzbarem Personal- und Zeitaufwand erstellt werden können.

Das Forschungsprogramm des SFB ist in vier Projektbereiche gegliedert:

Im Projektbereich A wird ein Softwareentwicklungslabor betrieben, in das alle methodischen Ergebnisse, die Werkzeugreife erreicht haben, integriert werden. Es dient dazu, kontrollierte Entwicklungsprojekte in ausgewählten Anwendungsfeldern zu unterstützen. Die Architektur des Labors folgt dem "experience factory"-Ansatz von Basili.

Im Projektbereich B werden generische Produkt-, Prozess- und Qualitätsmodelle und -methoden entwickelt, in Experimenten erprobt und Werkzeuge zu ihrer leichten Handhabbarkeit implementiert.

Im Projektbereich C werden Beschreibungstechniken untersucht und ggf. erweitert, die für die unterschiedlichen Phasen im Software-Entwicklungsprozess benötigt werden. Ein besonderes Anliegen ist die Verfolgbarkeit aller Entwicklungsschritte, die eine Durchgängigkeit zwischen verschiedenen formalen und informellen Beschreibungstechniken verlangt. Der Projektbereich C unterstützt außerdem die anderen Projektbereiche bei der Auswahl geeigneter Beschreibungstechniken.

Im Projektbereich D wird das Expertenwissen auf ausgewählten Anwendungsfeldern gesammelt, strukturiert und zur Wiederverwendung in Softwareentwicklungsprojekten aufbereitet (domain engineering). Aufgabe des Projektbereichs ist es auch, Testumgebungen wie Hardwareplattformen und Simulatoren für prototypische Anwendungen in einem ausgewählten Anwendungsfeld bereitzustellen. Domänenwissen und Unterstützungssysteme werden selbst unter dem Aspekt der Wiederverwendung strukturiert.

Im Projektbereich Z wird der SFB verwaltet.

Eine ausführliche Übersicht über das Forschungsprogramm des SFB enthält der Erstantrag.

In der ersten Förderperiode hat sich die überwiegende Zahl der Projekte schwerpunktmäßig mit unterschiedlichen generischen Ansätzen auf dem Gebiet der Produkt- und Prozessmodellierung beschäftigt.

Die zweite Förderperiode war durch Anstrengungen gekennzeichnet, die in den Teilprojekten erarbeiteten Konzepte weiterzuentwickeln, die Ergebnisse aufeinander abzustimmen und zu integrieren, um so eine Durchgängigkeit von Teilprozessen in der Unterstützung einer Systementwicklung zu erreichen. Desweiteren gingen von dem in der zweiten Förderperiode neu aufgenommenen Teilprojekt A3 wichtige Impulse für eine Strukturierung der Erfahrungsdatenbank inkl. der notwendigen Zugriffsverfahren aus. Eine erste Version der Erfahrungsdatenbank wurde in enger Kooperation von A3 mit A1/B1/B2 aufgrund durchgeführter prototypischer Entwicklungsprojekte in dem Anwendungsfeld Gebäudeautomation erprobt.

Eine von Beginn des SFB an praktizierte neue Form der interdisziplinären Zusammenarbeit unter den Teilprojekten hat sich sehr bewährt und ist auch in der zweiten Förderperiode fortgesetzt worden: die projektübergreifende Durchführung von Aufgaben in Querschnittprojekten.

In der zweiten Förderperiode wurden folgende Querschnittprojekte durchgeführt:

Q1) Prototyping eines Gebäudeautomationssystems

In diesem Querschnittprojekt wurden zwei aufeinander aufbauende kontrollierte Entwicklungsprojekte durchgeführt, deren Ziel die Erstellung ausführbarer Anforderungen in SDL war.

Q2) Entwurf eines Gebäudeautomationssystems

In diesem Querschnittprojekt wurde ein Entwicklungsprojekt mit Studenten durchgeführt, das die Phasen Entwurf und Codierung einschloss.

Q3) Erarbeitung eines Domänenmodells

Dieses Querschnittprojekt hat die Aufgabe, unter Rückgriff auf etablierte Methoden des Domain-Engineering das vorhandene Wissen über das Anwendungsfeld Gebäudeautomation zu strukturieren und als Basis einer systematischen Wiederverwendung in ein Domänenmodell zu gießen.

Q4) Anforderungsanalyse eines Gebäudeautomationssystems

Im Rahmen dieses Querschnittprojektes wurden aufbauend auf den Ergebnissen der Kooperation der Teilprojekte B4 und C1 mehrere natürlich-sprachliche Problembeschreibungen aus dem Anwendungsfeld Gebäudeautomation in eine formale, objektorientierte Problemspezifikation überführt. Die Ziele dabei waren zum einen, allgemein die Eignung des entwickelten Ansatzes für dieses Anwendungsfeld zu überprüfen, und zum anderen, speziell die Möglichkeiten der Wiederverwendung von Teilen einer Problemspezifikation zu untersuchen.

Die Mitarbeiter der Teilprojekte tragen bis zu 8 Std./Woche zu den Querschnittsprojekten bei.

Die Arbeiten und Ergebnisse der Querschnittprojekte erscheinen im Ergebnisbericht als eigenständige Berichte.

1.2 Übersicht über Teilprojekte

1.2.1 Übersicht über die Teilprojekte, gegliedert nach Projektbereichen

Kenn -ziffer	Titel	Fachgebiet und Arbeitsrichtung	Leiter des Teilprojekts
A1	SE-Labor	Software-Engineering	Prof. Rombach
A2	Entwicklung einer flexiblen Modellierungs- und Ausführungsumgebung für Software-Entwicklungsprozesse	Software-Engineering	Prof. Richter / Prof. Rombach
A3	Unterstützung des Software-Entwicklungsprozesses durch objekt-relationale Datenbank-technologie	Datenbanksysteme	Prof. Härder / Dr. Ritter
B1	Generische Modellierung von Prozessen und Experimenten	Software-Engineering	Prof. Rombach
B2	Flexible Planung und Steuerung von Software-Entwicklungsprozessen	Software-Engineering	Prof. Richter
B4	Generische Kommunikations-systeme	Kommunikationssysteme	Prof. Gotzhein
B5	GeneSys - Generische Systemsoftware	Betriebssysteme	Prof. Nehmer
B10	Anwendungsentwicklung mit vorkonfektionierten Systemen	Software- Engineering	Prof. Nehmer
B11	Zuverlässige eingebettete Systeme	Software-Engineering	Dr. Schürmann
B12	Stratified Component Frameworks	Software-Engineering	Prof. Atkinson / Dr. Kühne
C1	Formale Beschreibungstechniken	Software-Spezifikation	Prof. Avenhaus / Prof. Madlener
D1	Anwendungssystem Gebäude	Anwendungsfeld Gebäudeautomation	Prof. Zimmermann
D2	Modellbasierte Entwicklung wiederverwendbarer Regelungsalgorithmen	Anwendungsfeld Gebäudeautomation	Prof. Litz

1.2.2 Übersicht über die im letzten Bewilligungszeitraum geförderten Teilprojekte, deren Fortführung nicht beabsichtigt ist

entfällt

1.3 Inhaltlich-strukturelles Umfeld und personelle Situation des Sonderforschungsbereichs

Der Sonderforschungsbereich ist schwerpunktmäßig im Fachbereich Informatik der Universität Kaiserslautern angesiedelt. Mit gegenwärtig 18 Professuren und einer stark ingenieurwissenschaftlichen Ausrichtung der vorhandenen Studiengänge "Informatik", "Technoinformatik" und "Angewandte Informatik" bietet die Universität gute Voraussetzungen für eine erfolgreiche Bearbeitung des SFB-Themas. Durch zwei angelagerte Institute - das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) und das 1996 neu gegründete Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software-Engineering (IESE) bestehen ideale Voraussetzungen, Ergebnisse der Grundlagenforschung in praxisnahen Projekten zu erproben. Die gute Zusammenarbeit zwischen dem SFB und diesen Instituten wird durch die starke personelle Verflechtung garantiert (Prof. Rombach, der Leiter des IESE, ist Mitglied des Fachbereichs und Vorstandsmitglied im SFB).

Prof. Litz vom Fachbereich Elektro- und Informationstechnik ist Experte in der Anwendungsdomäne "Gebäudeautomation". Seine Mitarbeit im SFB 501 halten wir für unverzichtbar, um automatisierungstechnische Fragestellungen und SE-Ansätze sinnvoll zu verknüpfen.

In der zurückliegenden Förderperiode wurden zwei C3-Stellen (Prof. Atkinson, Prof. Henrich) und eine C2-Stelle (Dr. Schürmann) mit einem unmittelbaren thematischen Bezug zum Arbeitsgebiet des SFB neu besetzt. Alle neuen Kollegen haben Interesse an einer Mitarbeit im SFB geäußert und teilweise bereits Anträge für die kommende Förderperiode gestellt. Das Engagement des IESE im SFB wird von uns besonders begrüßt. Es verstärkt nicht nur die Personalkapazität des SFB, sondern hilft auch, Erkenntnisse der Grundlagenforschung schneller in die Praxis zu bringen.

In der dritten Förderperiode werden die Kontakte einzelner Teilprojekte zur Industrie mit dem Ziel verstärkt, Transferprojekte aufzusetzen.

1.4 Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses geschieht durch

- Anleitung nicht-promovierter Mitarbeiter zum wissenschaftlichen Arbeiten,
- Einbeziehung erfahrener promovierter wissenschaftlicher Mitarbeiter in die Leitung von Teilprojekten,

- eine SFB-Seminarreihe, in der Wissenschaftler des SFB regelmäßig über ihre Forschungsarbeiten berichten,
- Einladung externer Wissenschaftler zu Vorträgen im Rahmen des SFB-Seminars.

1.4.1 Verzeichnis der laufenden Dissertationen

Baum, Lothar:	"Generating customized run-time platforms based on application requirements"
Becker, Martin:	"Entwicklung generativer Betriebssysteme"
Ciolkowski, Marcus:	"Generische Methodik für SE-Experimente"
Diehl, Andreas:	"Neue Automatisierungsstrategien zur Optimierung des Kälteerzeugungsprozesses"
Denu, Patrick:	"Robuste modellprädiktive Regler"
Eschbach, Robert:	"A Refinement Calculus for Abstract State Machines"
Feldmann, Raimund:	"Generische Konzepte zur Erstellung von Wiederverwendungs-Repositories"
Geppert, Birgit:	"The SDL-Pattern Approach - A Reuse-Driven SDL Methodology for Designing Communication Software Systems"
Geyer, Lars:	"A tool-based approach for the mapping of application requirements to a software architecture"
Goldmann, Sigrid:	"Knowledge-Based Planning and Replanning Support in Software"
Holz, Harald:	"Process-Based Knowledge Management Support for Software Engineering"
Kötting, Boris:	"Agentenbasierte Unterstützung von Planungsprozessen in virtuellen Unternehmen"
Kronenburg, Martin:	"Ein Ansatz zur Erstellung präziser, verständlicher Problemspezifikation großer reaktiver Systeme"
Mahnke, Wolfgang:	"Versionierungskonzepte für SE-Repositories"
Marder, Ulrich:	"Medienspezifische Datentypen für objekt-relationale DBMS"

Metzger, Andreas:	"Entwurfsbegleitendes Prototyping"
Merz, Rolf:	"Effizienz generischer Modelle in der mathematischen Modellbildung"
Molter, Georg:	"The Core Systems Concept - Integrating Architecture-based and Reuse-Aware Software Development"
Münch, Jürgen:	"Zielführende, wiederverwendungsorientierte Erstellung von Software-Entwicklungsvorgehensmodellen"
Peper, Christian:	"Eigenschaftsorientierte Spezifikation und korrektheitserhaltende Komposition generischer Echtzeit-Kommunikationsdienste"
Queins, Stefan:	"Entwurf einer modell- und generatorbasierten Software-Entwicklungsumgebung"
Riegel, Jan-Peter:	"Domänenspezifische Modellierung in den frühen Phasen des Software-Entwurfs"
Rössler, Frank:	"Scenario and Reuse Driven Design of Distributed Systems based on SDL"
Schaaf, Martin:	"Intelligent Process Driven Knowledge Acquisition"
Schaible, Philipp:	"Engineering of Application-Tailored Communication Middleware"
Steiert, Hans-Peter:	"Ein objektorientierter, generativer Ansatz zum Einsatz von ORDBMS in Entwurfsumgebungen"
Tetteroo, Torsten:	"Entwurf zuverlässiger eingebetteter Systeme"
Thees, Joachim:	"Automatische Generierung effizienter Protokollimplementierungen mit FDTs"
von Knethen, Antje:	"Change-oriented requirements traceability: Support for the evolution of embedded software"
Voos, Holger:	"Market-based Control: Eine neue Methode der Automatisierungstechnik"
Vorwieger, Stefan:	"Umfassende wiederverwendungsorientierte Verwaltung von SE-Erfahrung"
Weng, Xiying:	"Verifikation industrieller Steuerungsalgorithmen"

Zhang, Nan:	"Supporting Semantically Rich Relationships in Extensible Object-Relational Database Management Systems"
Zhang, Weiping:	"Beurteilung des Leistungsverhaltens objekt-relationaler DBMS"

1.4.2 Besondere Maßnahmen zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

entfällt

1.5 Alphabetische Liste der am Sonderforschungsbereich beteiligten Wissenschaftler

(Mitglieder im Sinne der Ordnung des Sonderforschungsbereichs sind mit * vor dem Namen gekennzeichnet)

Grundausstattung = GA / Ergänzungsausstattung = EA

Name, Vorname, akad. Grad, Dienststellung	Fachrichtung	Fachbereich/ Einrichtung	GA/ EA	Teil- projekt
*Atkinson, Colin Prof. Dr.	Informatik	FB Informatik	GA	B12
*Avenhaus, Jürgen Prof. Dr.	Informatik	FB Informatik	GA	C1
Baum, Lothar Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	B5
Becker, Martin Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	B10
Ciolkowski, Marcus Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	B1
Denu, Patrick Dipl.-Ing.	E+I-Technik	FB E+I-Technik	GA	D2
Diehl, Andreas Dipl.-Ing.	E+I-Technik	FB E+I-Technik	GA	D2
Eschbach, Robert Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	C1
Feldmann, Raimund Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	A1
Gilbert, Andreas Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	B10
Goldmann, Sigrid Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	A2
*Härder, Theo Prof. Dr.	Informatik	FB Informatik	GA	A3

*Gotzhein, Reinhard Prof. Dr.	Informatik	FB Informatik	GA	B4
Holz, Harald Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	B2
Koetting, Boris Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	B2
Krechel, Dirk Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	A2
Kronenburg, Martin Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	C1
*Dr. Kühne, Thomas Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	B12
*Litz, Lothar Prof. Dr.	E+I-Technik	FB E+I-Technik	GA	D2
*Madlener, Klaus Prof. Dr.	Informatik	FB Informatik	GA	C1
Mahnke, Wolfgang Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	A3
Marder, Ulrich Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	A3
Metzger, Andreas Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	D1
Dr. Merz, Rolf Dipl.-Phys.	E+I-Technik	FB E+I-Technik	EA	D2
Molter, Georg Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	B10
Münch, Jürgen Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	B1
*Nehmer, Jürgen Prof. Dr.	Informatik	FB Informatik	GA	B5/B10
Peper, Christian Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	B4

Petersen, Erik Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	A2
Queins, Stefan Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	D1
*Richter, Michael Prof. Dr.	Informatik	FB Informatik	GA	A2/B2
Riegel, Jan-Peter Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	D1
*Dr. Ritter, Norbert Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	A3
*Rombach, Dieter Prof. Dr.	Informatik	FB Informatik	GA	A1/B1
Schaaf, Martin Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	B2
Schaible, Philipp Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	B4
Schmitt, Sascha Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	B2
*Dr. Schürmann, Bernd Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	B11
Steiert, Hans-Peter Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	A3
Tetteroo, Torsten Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	B11
Thees, Joachim Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	B4
von Knethen, Antje Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	GA	B1
Voos, Holger Dipl.-Ing.	E+I-Technik	FB E+I-Technik	GA	D2
Vorwieger, Stefan Dipl.-Inform.	Informatik	FB Informatik	EA	A1

Weng, Xiying M.Sci.	E+I-Technik	FB E+I-Technik	GA	D2
Zhang, Nan M.Sc.	Informatik	FB Informatik	GA	A3
Zhang, Weiping Dipl.-Ing.	Informatik	FB Informatik	GA	A3
*Zimmermann, Gerhard Prof. Dr.	Informatik	FB Informatik	GA	D1

1.6 Verzeichnis der Forschungsthemen, an denen Wissenschaftler des Sonderforschungsbereichs mitwirken und die in anderen Verfahren der Deutschen Forschungsgemeinschaft oder anderer Zuwendungsgeber gefördert werden oder für die Förderungsanträge gestellt worden sind

Thema	Name der beteiligten Wissenschaftler	Zuwendungsgeber und Aktenzeichen oder Antragsdatum	Kennziffer des im SFB beantragten Teilprojekts
WEBSELL	Prof. Richter, Schmitt	EU-Projekt Contract-No. 27068	A2, B2
WEBPLAN	Prof. Richter	DFG, RI327/14-1	A2, B2
CYCLOPS	Prof. Richter	BMBF (Reisemittel) BRA-INF-CYCLOPS	A2, B2
FIORES	Prof. Richter	EU-Projekt	A2, B2
Forschungsstelle Mathematische Logik	Prof. Richter	Heidelberger Akademie der Wissenschaften	A2, B2
MILOS	Prof. Richter, Goldmann, Holz, Kötting, Schaaf	BMBF (Reisemittel) KAN 99/007 INF	A2, B2
Rechnergestütztes Informationssystem für technische Anwendungen	Prof. Härder	Stiftung für Innovation Rheinland-Pfalz	A3
Middleware-Technologie	Prof. Härder	Daimler-Chrysler, Ulm	A3
Entwurf und Analyse industrieller Steuerungsalgorithmen unter Berücksichtigung internationaler Industriestandards	Prof. Litz	Stiftung für Innovation Rheinland-Pfalz	D2

1.7 In der Ordnung des Sonderforschungsbereichs vorgesehene Gremien (außer Mitgliederversammlung) und ihre personelle Zusammensetzung

Sprecher:	Prof. Dr. Jürgen Nehmer
stellv. Sprecher:	Prof. Dr. Dieter Rombach

Vorstand:	Prof. Dr. Colin Atkinson
	Prof. Dr. Jürgen Avenhaus
	Prof. Dr. Reinhard Gotzhein
	Prof. Dr. Theo Härder
	Dr. Thomas Kühne
	Prof. Dr. Lothar Litz
	Prof. Dr. Klaus Madlener
	Prof. Dr. Jürgen Nehmer
	Prof. Dr. Michael Richter
	Dr. Norbert Ritter
	Prof. Dr. Dieter Rombach
	Dr. Bernd Schürmann
	Prof. Dr. Gerhard Zimmermann

2 Überblick über die bisherige und die beantragte Förderung des Sonderforschungsbereichs

2.1.1 Zusammenstellung der dem Sonderfoschungsbereich aus der Grundausstattung im letzten Förderungszeitraum zur Verfügung gestellten Sachmittel sowie des entsprechenden Ansatzes für 2001

SV: Sächliche Verwaltungsausgaben - I: Investitionsmittel (Geräte über 20.000,--)

(alle Angaben in TDM)

Haushalts-jahr	GA Hochschule			GA beteiligte Einrichtungen			GA Sachmittel insgesamt
	SV	I	Summe	SV	I	Summe	
1998	95.000	120.000	215.000	-.-	-.-	-.-	215.000
1999	25.000	115.000	140.000	-.-	-.-	-.-	140.000
2000	25.000	115.000	140.000	-.-	-.-	-.-	140.000
2001	30.000	-.-	30.000				30.000

2.1.2 Zusammenstellung der als <u>Ergänzungsausstattung</u> für den Sonderforschungsbereich

- bis einschließlich 2000 bewilligten
- für die Haushaltsjahre 2001 bis 2003 beantragten Mittel

PK: Personalkosten
SV: Sächliche Verwaltungsausgaben
I: Investitionen (Geräte über 20.000,--)

Haushalts-jahr	Ergänzungsausstattung			gesamt
	PK	SV	I	
bis 1997	4.856.000	301.500	219.400	5.376.900
1998	2.155.200	204.500	-.-	2.359.700
1999	2.199.600	203.500	-.-	2.403.100
2000	2.134.800	191.900	-.-	2.326.700
Zwischensumme				12.466.400
2001	3.196.800	233.000	150.000	3.579.800
2002	3.196.800	226.000	65.000	3.487.800
2003	3.196.800	218.000	65.000	3.479.800

2.2 Anzahl der Mitarbeiter/innen, die aus der Grundausstattung 2000 für die jetzt beantragten Teilprojekte zur Verfügung stehen werden

Besoldungsgruppe / Vergütungsgruppe	Anzahl der beteiligten Mitarbeiter/innen (ohne beratende Wissenschaftler)
Wissenschaftliches Personal	
C4 / Sondervertrag	6
C3 / A16	4
C2 / A15	1
C1 / A14	1
A13	
BAT I	
BAT Ia	
BAT Ib	
BAT IIa	18
Summe wiss. Personal	30
wissenschaftliche Hilfskräfte	2
studentische Hilfskräfte	
Nichtwissenschaftliches Personal	
BAT III	
BAT IVa	1
BAT Va/b	1
BAT Vc	
BAT VIb	
BAT VII -X/MTL	
Summe nichtwissensch. Personal	2

2.3 Anzahl der Stellen, für die Personalmittel als ERGÄNZUNGSAUSSTATTUNG beantragt werden

2.3.1 Haushaltsjahr 2001 (in Klammern ist die bisher bewilligte Anzahl angegeben)

Teilprojekt	Sondervertrag	I-Ib	IIa	IIa/2	Summe Sond.-BAT IIa/2	wiss. Hilfskräfte	stud. Hilfskräfte	BAT III	BAT IVa	BAT IVb	BAT Va/b	BAT Vc	BAT VIa	BAT VIb	BAT VIII-X, MTL	Summe BAT III-X u. MTL	insgesamt (ohne Hilfskräfte)
A1			2 (2)				7 (-)										2
A2			2 (1)				3 (-)										2
A3			2 (2)				3 (-)										2
B1			2 (1)				2 (-)										2
B2			2 (2)				2 (-)										2
B4			2 (2)				2 (-)										2
B5			2 (2)				2 (-)										2
B10			2 (1)				2 (-)										2
B11			1 (-)				1 (-)										1
B12			1 (-)				2 (-)										1
C1			2 (1)				2 (-)										2
D1			2 (2)				2 (-)										2
D2			2 (2)				2 (-)										2
Z							- (14)				1 (1)						1
insges.			24 (18)				32 (14)				1 (1)						25(19)
+/-			+ 6				+ 18				-						+ 6

2.3.2 Haushaltsjahr 2002

Teilprojekt	Sondervertrag	I-Ib	IIa	IIa/2	Summe Sond.-BAT IIa/2	wiss. Hilfskräfte	stud. Hilfskräfte	BAT III	BAT IVa	BAT IVb	BAT Va/b	BAT Vc	BAT VIa	BAT VIb	BAT VIII-X, MTL	Summe BAT III-X u. MTL	insgesamt (ohne Hilfskräfte)
A1			2				7										2
A2			2				3										2
A3			2				3										2
B1			2				2										2
B2			2				2										2
B4			2				2										2
B5			2				2										2
B10			2				2										2
B11			1				1										1
B12			1				2										1
C1			2				2										2
D1			2				2										2
D2			2				2										2
Z			-				-				1						1
insges.			24				32				1						25
+/-			-				-				-						-

2.3.3 Haushaltsjahr 2003

Teil-projekt	Sonder-vertrag	I-Ib	IIa	IIa/2	Summe Sond.-BAT IIa/2	wiss. Hilfs-kräfte	stud. Hilfs-kräfte	BAT III	BAT IVa	BAT IVb	BAT Va/b	BAT Vc	BAT VIa	BAT VIb	BAT VIII-X, MTL	Summe BAT III-X u. MTL	insgesamt (ohne Hilfs-kräfte)
A1			2				7										2
A2			2				3										2
A3			2				3										2
B1			2				2										2
B2			2				2										2
B4			2				2										2
B5			2				2										2
B10			2				2										2
B11			1				1										1
B12			1				2										1
C1			2				2										2
D1			2				2										2
D2			2				2										2
Z			-				-				1						1
ins-ges.			24				32				1						25
+/-			-				-				-						-

2.4 Als ERGÄNZUNGSAUSSTATTUNG beantragte Mittel für Sächliche Verwaltungsausgaben

2.4.1 Haushaltsjahr 2001

Teilprojekt	Kleingeräte bis DM 20.000	Verbrauchs-mittel	Reisemittel	Bücher und Zeitschriften	Druckkosten	Verviel-fältigungen	Sonstiges (Lizenzen, Gast. u. Kol-loqu)	gesamt
A1	-	15.000	-	-	-	-	-	15.000
A2	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
A3	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B1	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B2	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B4	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B5	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B10	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B11	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B12	-	5.000	-	-	-	-	-	5.000
C1	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
D1	-	20.000	-	-	-	-	-	20.000
D2	-	19.000	-	-	-	-	-	19.000
Z	-	2.000	60.000	5.000	10.000	-	70.000	147.000
gesamt	-	88.000	60.000	5.000	10.000	-	70.000	233.000
+ / -	- 14.400	+ 57.500	+ 15.000	+ 5.000	- 2.000	-	- 20.000	+ 41.100

2.4.2 Haushaltsjahr 2002

Teilprojekt	Kleingeräte bis DM 20.000	Verbrauchs-mittel	Reisemittel	Bücher und Zeitschriften	Druckkosten	Verviel-fältigungen	Sonstiges (Gastw. u. Kolloquia)	gesamt
A1	-	15.000	-	-	-	-	-	15.000
A2	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
A3	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B1	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B2	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B4	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B5	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B10	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B11	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B12	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
C1	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
D1	-	15.000	-	-	-	-	-	15.000
D2	-	19.000	-	-	-	-	-	19.000
Z	-	2.000	60.000	5.000	10.000	-	70.000	147.000
gesamt	-	81.000	60.000	5.000	10.000	-	70.000	226.000
+ / -	-	- 7.000	-	-	-	-	-	- 7.000

2.4.3 Haushaltsjahr 2003

Teilprojekt	Kleingeräte bis DM 20.000	Verbrauchs-mittel	Reisemittel	Bücher und Zeitschriften	Druckkosten	Verviel-fältigungen	Sonstiges (Gastw. u. Kolloquia)	gesamt
A1	-	15.000	-	-	-	-	-	15.000
A2	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
A3	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B1	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B2	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B4	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B5	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B10	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B11	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
B12	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
C1	-	3.000	-	-	-	-	-	3.000
D1	-	10.000	-	-	-	-	-	10.000
D2	-	12.000	-	-	-	-	-	12.000
Z	-	2.000	60.000	5.000	14.000	-	70.000	151.000
gesamt	-	69.000	60.000	5.000	14.000	-	70.000	218.000
+ / -	-	- 12.000	-	-	+ 4.000	-	-	- 8.000

2.5 Liste der Geräte über DM 20.000,--

- die aus Mitteln des Sonderforschungsbereichs oder aus Mitteln der Grundausstattung (HBFG, Mittel der Hochschule, des Landes) beschafft worden sind oder als Leihgabe der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung stehen oder

- deren Beschaffung 2000 aus Mitteln des Sonderforschungsbereichs oder anderer Förderungsverfahren beabsichtigt ist

Bezeichnung des Gerätes	Anschaffungsjahr	Anschaffungspreis	eingesetzt i.d. Teilprojekten	finanziert durch SFB/ HBFG/Hochschule/Land, Leihgabe
SUN-Enterprise-Workstation mit Zubehör	1998	64.000	A3	Land
2 SUN-Enterprise-Workstation mit Zubehör	1999	115.000	A1	Land
Summe		179.000		

2.6 Liste der als Ergänzungsausstattung für die Haushaltsjahre 2001 / 2002/ 2003 beantragten Geräte über 20.000,-- (brutto)

Teil-projekt	Bezeichnung	Einzel-preis 2001	Einzel-preis 2002	Einzel-preis 2003
A1	Fortführende Lizenzen und Beschaffung neuer Werkzeuge (Gesamtpreise)	65.000	65.000	65.000
A1	Ersatz von Hardware	60.000	-.-	-.-
B11	Workstation mit X-Terminal	25.000		
	Summe	150.000	65.000	65.000

Projektbereich Z

Infrastruktur

3.1 Teilprojekt Z

3.1.1 Thema

Anträge von allgemeinem Interesse

3.1.2 Fachgebiet und Arbeitsrichtung

In diesem Projektbereich wird die übergreifende Infrastruktur für den gesamten SFB bereitgestellt. Dazu gehören die allgemeine Verwaltung, Reisemittel für SFB-Mitglieder, Gastwissenschaftler-Mittel sowie Mittel für die Organisation von Tagungen und Kolloquien.

Sächliche Verwaltungsaufgaben sind in diesem Projektbereich für teilprojektübergreifende Zwecke, wie z.B. Druck- und Kopierkosten für SFB-Berichte, zur Vorbereitung der Begehungen, Workshops etc. und allgemeine Literatur zur SFB-Thematik ausgewiesen.

3.1.3 Leiter

alle Teilprojektleiter

3.1.4 -entfällt-

3.1.5 In dem Teilprojekt sind vorgesehen

Untersuchungen am Menschen	( ) ja	(x) nein
klinische Studien im Bereich der somatischen Zell- oder Gentherapie	( ) ja	(x) nein
Tierversuche	( ) ja	(x) nein
gentechnologische Untersuchungen	( ) ja	(x) nein

3.1.6 Bisherige und beantragte Förderung des Teilprojektes

Jeweils Ergänzungsausstattung (Beträge in DM 1000.-).

Haushaltsjahr	Personalkosten bzw. BAT-Stellen	Sächliche Verwal-tungs-ausgaben	Investitionen	Gesamt
bis 1997	210,0	199,0		409,0
1998	340,8	129,0	-	469,8
1999	342,0	129,0	-	471,0
2000	360,0	129,0	-	489,0
Zwischensumme	1252,8	586,0	-	1838,8
2001	74,4	147,0	-	221,4
2002	74,4	147,0	-	221,4
2003	74,4	151,0	-	225,4

3.2 Zusammenfassung

entfällt

3.3 Stand der Forschung

entfällt

3.4 Eigene Vorarbeiten

entfällt

3.5 Ziele, Methoden, Arbeitsprogramm und Zeitplan

entfällt

3.6 Stellung innerhalb des Programms des Sonderforschungsbereichs

entfällt

3.7 Ergänzungsausstattung für das Teilprojekt

PK Bewilligung 2000		2001			2002			2003		
Vergütungsgruppe	Anzahl	Vergütungsgruppe	Anzahl	Betrag in DM	Vergütungsgruppe	Anzahl	Betrag in DM	Vergütungsgruppe	Anzahl	Betrag in DM
Va/b	1	Va/b	1	74.400	Va/b	1	74.400	Va/b	1	74.400
zusammen	1	zusammen	1	74.400	zusammen	1	74.400	zusammen	1	74.400

	Bezeichnung	Betrag in DM	Bezeichnung	Betrag in DM	Bezeichnung	Betrag in DM
SV	Verbrauchsmaterial	2.000	Verbrauchsmaterial	2.000	Verbrauchsmaterial	2.000
	Fachliteratur	5.000	Fachliteratur	5.000	Fachliteratur	5.000
	Druckkosten	10.000	Druckkosten	10.000	Druckkosten	14.000
	Reisemittel	60.000	Reisemittel	60.000	Reisemittel	60.000
	Gastwissenschaftler	50.000	Gastwissenschaftler	50.000	Gastwissenschaftler	50.000
	Kolloquia	20.000	Kolloquia	20.000	Kolloquia	20.000
	zusammen	147.000	zusammen	147.000	zusammen	151.000

3.7.1 Begründung des Personalbedarfs

	Name, Dienststellung	Bez. des Institutes der Hochschule	Anteil der aufgew. Gesamtarbeitszeit	im SFB tätig seit	derzeitige Einstufung
nichtwiss. Mitarbeiter	Alt, Helena	Univ. Kaiserslautern	38,5	1995	BAT Vb

Die Verwaltungsstelle BAT Vb wird für die anfallenden Verwaltungstätigkeiten im SFB benötigt. Dazu zählen u.a.:

- Durchführung aller Sachmittelbeschaffungen,
- Personalmittelverwaltung,
- Personaleinstellungen,
- Kontoführung und -überwachung,
- Koordination der Dienstreisen,
- Vorbereitung und Abrechnung von Gastwissenschaftler-Aufenthalten,
- Organisation von Seminaren und Kolloquien,
- Vorbereitung von Vorstands- und Mitgliedersitzungen,
- Anfertigung von Sitzungsprotokollen,
- Vorbereitung von Anträgen, Berichtskolloquien usw.
- Organisation der Begehungen.

3.7.2 Aufgliederung und Begründung der sächlichen Verwaltungsausgaben

	2001	2002	2003
Für sächliche Verwaltungsausgaben - stehen als Grundausstattung voraussichtlich zur Verfügung	20.000	20.000	20.000
- werden als Ergänzungsausstattung beantragt			
Reisekosten	60.000	60.000	70.000
Druck- und Kopierkosten	10.000	10.000	14.000
Fachbücher und Zeitschriften	5.000	5.000	5.000
Verbrauchsmaterial	2.000	2.000	2.000
Gastwissenschaftler	50.000	50.000	50.000
Kolloquia	20.000	20.000	20.000
Summe (entspricht den Summen „sächliche Verwaltungsausgaben“ in Übersicht 3.7)	147.000	147.000	151.000

Die internationalen Kontakte des SFB - insbesondere zu Universitäten in den USA, Kanada und Australien - konnten in der zweiten Förderperiode deutlich verstärkt werden, so daß mit einem größeren Mittelbedarf in der dritten Förderperiode gerechnet wird.

Besonders enge Kontakte bestehen zu folgenden Wissenschaftlern:

- Prof. Parnas, Mc Masters University, Hamilton, Ontario /Canada
- Prof. Maurer, Universität Calgary / Canada (Wegberufung aus dem Teilprojekt B2 im Jahr 1998)
- Prof. Basili, Universität Maryland / USA
- Prof. Jeffery, New South Wales University, Sidney / Australien

Die Kontaktpflege mit international führenden Wissenschaftlern erachten wir als besonders wichtig. Hierfür beantragen wir 50.000 DM als Gastwissenschaftler-Mittel. Darüber hinaus beabsichtigen wir, in- und ausländische Wissenschaftler zu Vorträgen einzuladen, die im engeren Arbeitsgebiet des SFB liegen.

Zur Durchführung von Tagungsreisen und den Besuch in- und ausländischer Kollegen, mit denen der SFB kooperiert, werden jeweils 60.000 DM für die Haushaltsjahre 2001 - 2003 beantragt.

Für teilprojektübergreifende Druck- und Kopierkosten werden in den Haushaltsjahren 2001 und 2002 jeweils 10.000 DM, im Haushaltsjahr 2003 wegen der zu erwartenden Begutachtung 14.000 DM beantragt. Für Verbrauchsmaterial werden 2.000 DM und für Fachbücher und -zeitschriften jeweils 5.000 DM in Ansatz gebracht.

Außerdem werden wir zwei- bis dreitägige wissenschaftliche Kolloquien veranstalten. Die beantragten Kolloquiumsmittel in Höhe von 20.000 DM sollen für diese Zwecke verwendet werden.

Z / alle Projektleiter

Projektbereich A

Effiziente Unterstützung von Softwareentwicklungen und -experimenten

3 Projektbereich A: Effiziente Unterstützung von Softwareentwicklungen und -experimenten

3.01 Zusammenfassende Darstellung des Projektbereiches

Die zentralen Aufgaben dieses Projektbereichs liegen einerseits in der Erbringung von Dienstleistungen für die übrigen Projektbereiche, andererseits in der (sowohl konzeptionellen als auch systemtechnischen) Integration der in allen Bereichen des SFBs entwickelten, sich ergänzenden Methoden und Werkzeuge. Dienstleistungen werden in Form von konzeptionellen Arbeiten allgemeinen Interesses, Werkzeugen, Erfahrungen aus vergangenen Projekt(phas)en und Beratung zur effizienten Durchführung von Softwareentwicklungen und -experimenten für alle B-, C- und D-Projekte angeboten. Werkzeuge beinhalten Plattformwerkzeuge (z. B. Werkzeuge zur Erstellung von Projektplänen, Prozessmaschinen, Messwerkzeuge und Datenanalysewerkzeuge) und Softwareentwicklungswerkzeuge (z. B. Anforderungsbeschreibungswerkzeuge, Testwerkzeuge). Erstere entstehen überwiegend im A-Bereich des SFB, letztere überwiegend in den übrigen Bereichen. Erfahrungen aus vergangenen Projekt(phas)en beinhalten Modelle (z. B. Aufwandsmodelle sowie Projektpläne), Messdaten und sonstige Erfahrungen (z. B. “lessons learned”). Diese werden in der Erfahrungsdatenbank des SFBs strukturiert verwaltet und zugreifbar gemacht.

Im Rahmen der dritten Förderperiode werden drei verschiedene Arten von Experimenten durchgeführt:

- Projekt-interne Technologieerprobungen: Jedes B-, C- und D-Projekt entwikkelt neue Beschreibungstechniken und Werkzeuge. Dabei werden die Ergebnisse schrittweise durch experimentellen Einsatz erprobt. Diese Erprobungen liegen alleine in der Verantwortung einzelner Projekte und werden i. allg. ohne Abstimmung mit dem Gesamt-SFB und ohne Unterstützung aus A1 durchgeführt.
- SFB-öffentliche Technologie-Experimente: Fertigentwickelte Beschreibungstechniken und Werkzeuge werden auf ihre Verbesserung gegenüber vergleichbaren Alternativen (i. allg. Techniken und Werkzeuge aus dem letzten Baselining) überprüft. Dieser Vergleich muss auf der Basis solider experimenteller Pläne durchgeführt werden, damit die Resultate statistisch haltbar sind. Hierzu erfahren die entsprechenden Teilprojekte Unterstützung aus A1 (Planung, Durchführung von Experimenten). Die Verantwortung für diese Experimente liegt bei den entsprechenden Teilprojekten, die auch für die Ressourcen zuständig sind.
- SFB-öffentliche Baselining-Entwicklungen: In regelmäßigen Abständen (zweimal in der nächsten Förderperiode) werden die experimentell erfolgreichen neuen Beschreibungstechniken und Werkzeuge im Rahmen einer kompletten Baseline-Entwicklung erprobt. Dabei ist das Ziel zu validieren, ob diese individuell erfolgversprechenden Techniken und Werkzeuge auch unter 'realen' Projektbedingungen zu positiven Ergebnissen (z. B. Reduktion des

Entwicklungsaufwands, Verbesserung der Qualität, Reduktion der Entwicklungszeit) führen. Die Baselining-Entwicklungen können als 'Scale-Up'-Experimente verstanden werden. Die Verantwortung für diese Baselining-Entwicklungen liegen beim Gesamt-SFB, diese Verantwortung wird innerhalb der Baselining-Entwicklungen stellvertretend durch Teilprojekt A1 wahrgenommen.

Im Teilprojekt A1 erfolgt die Integration aller käuflich erworbenen sowie im Rahmen anderer SFB-Teilprojekte entstehender Werkzeuge und der Betrieb einer Entwicklungs- und Experimentierplattform. Dies umfasst auch die Beratung bei der Planung und Durchführung von Entwicklungen und Experimenten sowie - über die existierenden Handbücher hinausgehende - Anleitungen bei der Benutzung des Labors.

In den Teilprojekten A2 und A3 werden neben dem Erbringen von Infrastrukturdiensten Methoden und Werkzeuge entwickelt, die insbesondere auf eine verbesserte Prozesssteuerung und Produkt-/Erfahrungsdatenverwaltung sowie deren geeignete Integration abzielen.

So entsteht in A2 eine flexible und anpassbare Prozessmaschine zur teilautomatischen Unterstützung von Baselining-Entwicklungsprojekten und Technologie-Experimenten. Dazu soll die in der vergangenen Förderungsperiode entwickelte Prozessmaschine MILOS um Techniken des Wissensmanagements erweitert werden, um somit den strukturierten Zugriff auf Erfahrungswissen auch während der Projektausführung zu ermöglichen. Als initiale Version der Prozessverwaltungskomponente MILOS (A2) wird mit Beginn der Förderperiode eine integrierte Planungs- und Ausführungsunterstützung - einschließlich Messdatenerfassung- bereitgestellt werden. Im Laufe der Förderungsperiode werden zusätzlich Techniken zur Qualitätssicherung auf der Basis von Qualitätsmodellen und sonstigen Erfahrungen ergänzt.

Dies verändert die Benutzerschnittstelle für Softwareentwickler dramatisch: Der Aufruf von Entwicklungswerkzeugen wird durch die Ausführung von Projektplänen ersetzt; der Aufruf von Entwicklungswerkzeugen sowie die Erfassung von Messdaten wird abhängig vom Projektzustand automatisch erfolgen.

In A3 wird das Ziel der Nutzung objekt-relationaler Datenbanktechnologie zur Entwicklung und Bereitstellung eines umfassenden SE-Repositories verfolgt. Dabei soll ein objekt-relationales DBVS (ORDBVS) als Vehikel zur Integration von Prozess-, Produkt- und Erfahrungsdaten genutzt werden. Zunächst wird mit dem Beginn der kommenden Förderperiode ein in Zusammenarbeit von A1 und A3 entwickelter Prototyp einer Erfahrungsdatenbank zur allgemeinen Nutzung bereitgestellt. Dieser wird dann dahingehend weiterentwickelt, dass auch Produktdaten verwaltet werden können, Versionierung und Konfigurierung geeignet unterstützt wird und eine Kopplung mit MILOS hergestellt werden kann. Nur durch diese Integration kann eine umfassende Unterstützung der geplanten Experimente gewährleistet werden. Zur Erreichung dieses Integrationszieles ist eine enge Kooperation mit allen Teilprojekten erforderlich.

Die methodischen Grundlagen von A2 und A3 werden in Zusammenarbeit mit den Projekten B1 und B2 weiterentwickelt. In diesen Teilprojekten entsteht ein generischer Prozessrahmen, der alle Software-Entwicklungsaktivitäten abdeckt. Dabei steht im Vordergrund die Verknüpfung und Integration von existierenden Entwicklungsmethoden und -werkzeugen mit dem Ziel, horizontale und vertikale Verfolgbarkeit von Entwurfsentscheidungen zu gewährleisten. Die Verwaltung/Koordination des laufenden Projekts und somit die Abhängigkeitsverwaltung während der Planung und Ausführung ist ein besonderes Anliegen von B2, während in B1 der Aspekt der Qualitätssicherung durch entsprechende Qualitätsmodelle und -sicherungsprozesse einen besonderen Stellenwert besitzt.

Hierdurch wird auch die Wiederverwendung und Anpassung von Projekt- und Experimentierplänen sowie sonstiger Erfahrungen effizienter gestaltet werden. Zusammen mit den Ergebnissen der Teilprojekte B1 und B2 werden die Ergebnisse von A2 und A3 schrittweise in A1 einfließen und somit dem gesamten SFB zur Verfügung stehen. Damit ist garantiert, dass in dieser nächsten Förderperiode alle Entwicklungen und Experimente optimal unterstützt werden können. Mit dem Grad der Automatisierung von A1 wird der Bedarf an Beratung aus A1 zurückgehen.

3.02 Bisherige und beantragte Förderung des Projektbereiches

Haushaltsjahr	Personalkosten bzw. BAT-Stellen	Sächliche Verwaltungsausgaben	Investitionen	Gesamt
bis 1997	954,4	29,0	164,4	1147,8
1998	504,0	39,0	-	543,0
1999	516,0	29,0	-	545,0
2000	522,0	29,0	-	551,0
Zwischensumme	2496,4	126,0	164,4	2786,8
2001	891,6	21,0	125,0	1037,6
2002	891,6	21,0	65,0	977,6
2003	891,6	21,0	65,0	977,6

(jeweils Ergänzungsausstattung, Beträge in DM 1000,–)

3.1 Allgemeine Angaben zum Teilprojekt A1

3.1.1 Thema

SE-Labor

3.1.2 Fachgebiet und Arbeitsrichtung

Informatik - Software Engineering

3.1.3 Leiter

Prof. Dr. Dieter Rombach
geb. 6. Juni 1953
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631/205-2895
Fax: 0631/205-3331
rombach@informatik.uni-kl.de

Die Stelle des Leiters ist befristet (x) nein ( ) ja, bis zum

3.1.4 -entfällt-

3.1.5 In dem Teilprojekt sind vorgesehen

Untersuchungen am Menschen	( ) ja	(x) nein
klinische Studien im Bereich der somatischen Zell- oder Gentherapie	( ) ja	(x) nein
Tierversuche	( ) ja	(x) nein
gentechnologische Untersuchungen	( ) ja	(x) nein

3.1.6 Bisherige und beantragte Förderung des Teilprojektes

Haushaltsjahr	Personalkosten bzw. BAT-Stellen	Sächliche Verwaltungsausgaben	Investitionen	Gesamt
bis 1997	954,4	29,0	164,4	1147,8
1998	201,6	23,0	0,0	224,6
1999	206,4	23,0	0,0	229,4
2000	208,8	23,0	0,0	231,8
Zwischensumme	616,8	69,0	0	685,8
2001	351,6	15,0	125,0	491,6
2002	351,6	15,0	65,0	431,6
2003	351,6	15,0	65,0	431,6

(jeweils Ergänzungsausstattung, Beträge in DM 1.000,-)

3.2 Zusammenfassung

Techniken, Methoden und Werkzeuge für die Softwareentwicklung müssen experimentell erprobt werden, um Erfahrungen über ihre Stärken und Schwächen unter verschiedenen Projektbedingungen zu gewinnen. Derartige Erfahrungen sind unerlässliche Voraussetzung für die effektive Wiederverwendung von Techniken, Methoden und Werkzeugen mit wiederholbaren Ergebnissen sowie ihre systematische Verbesserung.

Das Teilprojekt A1 ist ein Infrastrukturprojekt, das die anderen Teilprojekte im Rahmen eines Software-Engineering(SE)-Labors bei der experimentellen Erprobung ihrer Beschreibungstechniken und generischen Methoden unterstützen soll. Dabei übernimmt das Teilprojekt A1 die Rolle des Auftragnehmers zur Unterstützung bei der Durchführung von Experimenten. Unter dem Begriff *Experiment* werden im SFB drei verschiedenen Arten von empirischen Studien verstanden: 1) *projekt-interne Technologieerprobungen*, welche der schrittweisen Erprobung von projekt-internen Ergebnissen dienen, 2) *SFB-öffentliche Technologie-Experimente* (kurz: *Technologie-Experimente*), um fertigentwickelte Beschreibungstechniken und Werkzeuge im Vergleich zu zuvor verwendeten Techniken bewerten zu können, sowie 3) *SFB-öffentliche Baseline-Entwicklungen* (kurz: *Baseline-Entwicklungen*), um im Rahmen einer kompletten Software-Entwicklung die Ergebnisse der Technologie-Experimente überprüfen zu können. Projekt-interne Technologieerprobungen finden in der Verantwortung der jeweiligen Teilprojekte statt und werden daher in diesem Antrag nicht weiter vertieft (s.a. Vorspann Projektbereiche A und B).

Die langfristigen Ziele des Teilprojekts A1 bestehen in der Bereitstellung eines SE-Labors, welches folgende Aspekte systematischer Software-Entwicklungsexperimente unterstützt:

a) Erstellung expliziter Experimentpläne
b) Durchführung von Experimenten auf der Basis solcher Pläne
c) Messdatenerfassung und Datenanalyse während der Experimentdurchführung zum Zwecke der Qualitätssicherung und empirischen Erfahrungsgewinnung
d) Ablage und Verwaltung von Modellen, Beschreibungstechniken, Produkten und Prozessen gemeinsam mit empirisch gewonnener Erfahrung in einer Datenbank zum Zwecke der Wiederverwendung

In der ersten Förderungsperiode wurde ein initiales SE-Labor auf der Basis industriell käuflicher Entwicklungswerkzeuge aufgebaut. Mit Unterstützung des A1-Personals wurde eine erste Serie von Experimenten geplant und durchgeführt. Diese erste Experimentserie diente im wesentlichen dem Verständnis der Domäne sowie der existierenden Entwicklungsmethoden (z.B. CoDEx). Ergebnisse der Experimente waren u.a. Experimentpläne, Softwaresysteme, Messdaten, Prozess- und Qualitätsmodelle sowie sonstige Erfahrungen, die in entsprechenden experiment-spezifischen Datenbereichen des SE-Kerns zur Verfügung stehen (vgl. ❶ Abb. 1).

In der zweiten Förderperiode wurden mit Hilfe des SE-Labors zwei zentrale Baseline-Entwicklungen sowie darauf aufbauend zahlreiche Technologie-Experimente erfolgreich durchgeführt. Sie dienten einerseits der Bewertung des gesamten Entwicklungsprozesses für die Steuersoftware und andererseits der Erprobung erster Techniken und Methoden aus den Teilprojekten. Die aus diesen Experimenten gewonnenen Ergebnisse wurden nach einem einheitlichen Schema im projekt-spezifischen Teil der SFB Erfahrungsdatenbank (SFB-EDB) nachvollziehbar abgelegt. Um die Ergebnisse auch für Folge-Experimente sinnvoll nutzen zu können, wurden diese auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede hin untersucht und im entsprechenden Kontext für die Wiederverwendung im experiment-übergreifenden Teil der SFB-EDB abgelegt (vgl. ❷ Abb. 1). Zusätzlich wurden daraus resultierende Anregungen für neue Experimente an alle Teilprojekte geliefert. Die Eignung der Ablagestruktur des experiment-spezifischen Teils der SFB-EDB wurde anhand der Zugriffshäufigkeit auf unterschiedliche SE-Labor-Dienstleistungen sowie aufgrund von Befragungen der Teilprojekte bewertet.

Die Zielsetzung für die dritte Förderperiode stellt die konsequente Weiterführung und Weiterentwicklung des SE-Labors dar. Die Unterstützung der Durchführung von Experimenten wird fortgesetzt. Geplant sind dabei innerhalb des SFB zwei weitere Baseline-Entwicklungen im Bereich der Gebäudetechnik sowie eine Vielzahl spezifischer Technologie-Experimente in den Teilprojekten. Wichtig ist hierbei, dass von diesem Teilprojekt Unterstützung bei der Planung, Durchführung und Analyse von Technologie-Experimenten und Baseline-Entwicklungen geleistet wird, jedoch solche Experimente nicht aktiv initiiert werden. Daher ist es notwendig, die Schnittstellen zu diesem Teilprojekt genau zu definieren: es sollen Szenarien entwickelt werden, die beschreiben, wie bei einer Planung, Durchführung und Analyse eines Experiments mit Unterstützung von Teilprojekt A1 vorzugehen ist. Der weitere Ausbau des SE-Labors bildet weiterhin einen wichtigen Aufgabenbereich, da insbesondere ab der

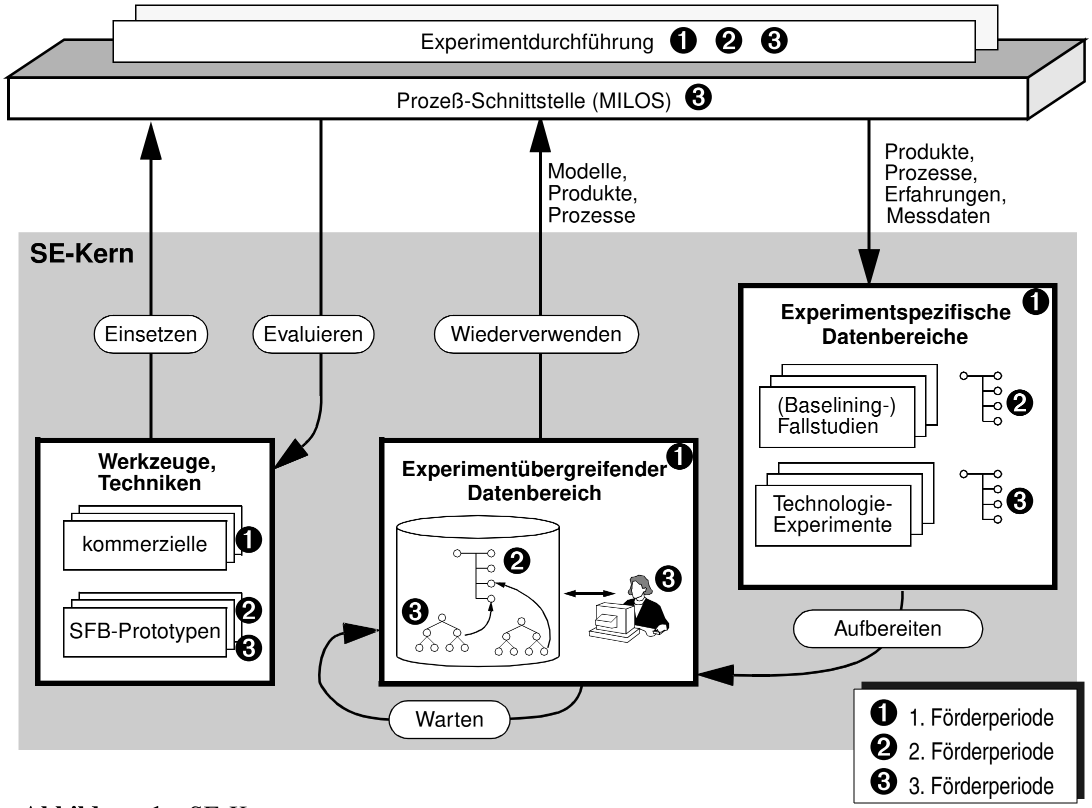


Abbildung 1: SE-Kern

dritten Förderperiode vermehrt die Integration von internen Forschungsprototypen aus den Teilprojekten geplant ist (vgl. ❸ Abb. 1).

Die Ablagestruktur der verschiedenen Bereiche der SFB-EDB behandelt derzeit alle wiederverwendbaren Artefakte wie z. B. Experimentpläne oder SDL-Muster für Kommunikationssysteme als ‘Black-Boxes’, die mit einem Charakterisierungsvektor versehen werden. Für zielgerichtete Analyse und Wiederverwendung der Elemente im Rahmen der Planung und Durchführung neuer Projekte ist das derzeitige Schema jedoch noch zu grob. Die Entwicklung eines feingranulareren Ablage- und Charakterisierungsschemas sowie die Anpassung der Zugriffsgranularität auf Basis einer objekt-relationalen Datenbank stellt daher einen notwendigen Schritt dar, um exakteres Lernen sowie systematische Analyse von SE-Erfahrungen zu ermöglichen. Zudem muss eine kontinuierliche Evaluierung der Inhalte des SE-Labors sowie der SFB-EDB erfolgen.

3.3 Stand der Forschung

Die nachfolgende Veröffentlichungsliste gibt einen kurzen, repräsentativen Überblick über den derzeitigen Stand der Forschung in für das Teilprojekt A1 relevanten Themengebieten. Eine aktuelle Übersicht über derzeit existierende Ansätze und Methoden zum Thema *Experimentieren* gibt [5]. Für die prozess-integrierte Planungs- und Ausführungsplattform PRIME werden in [3] flexible Werkzeugschnittstellen beschrieben. Mit Hilfe von Werkzeug-Modellen sind damit flexible Werkzeug-Aktivierungen in Abhängigkeit des Prozesstatus der Ausführungsplattform definierbar. Mit dem Forschungsthema *Erfahrungsdatenbanken/Erfahrungsmanagement-Systeme* beschäftigen sich derzeit mehrere Forschungsgruppen weltweit (siehe [1], [2], [4]). Bei allen Arbeiten liegt der Forschungsschwerpunkt jedoch ausschließlich auf der Verwaltung von wiederverwendbarem Erfahrungswissen. Eine integrierte Verwaltung dieses Wissens zusammen mit den jeweiligen Projektdatenbanken der Experimente (in denen es wiederverwendet bzw. gewonnen wird) ist jedoch, im Gegensatz zum SFB-EDB Ansatz, kein Gegenstand der Forschung.

Literatur

[1] K.-D. Althoff, A. Birk, S. Hartkopf, W. Müller, M. Nick, D. Surmann, C. Tautz: *Managing Software Engineering Experience for Comprehensive Reuse*; IESE Technical Report 001.99/E, Kaiserslautern, Germany, Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering (IESE), 1999.

[2] S. Henninger: *An Environment for Reusing Software Processes*; Proc. of the 5th IEEE International Conference on Software Reuse (ICSR5), Victoria, BC, Canada, 1998.

[3] K. Pohl: *PRIME—Towards Process-Integrated Modelling Environments*; ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, Vol8/4, Oktober 1999, pages 343-410.

[4] R. Webby, C. Seaman, M. Mendonça, V. R. Basili, Y.-M. Kim: *Implementing an Internet-Enabled Software Experience Factory: Work in Progress*; Proc. of the ICSE 99 Workshop on “Software Engineering over the Internet”, online at http://sern.cpsc.ucalgary.ca/~maurer/ICSE99WS/Program.htm, May 1999.

[5] C. Wohlin, P. Runeson, M. Höst, M. C. Ohlsson, B. Regnell, A. Wesslen: *Experimentation in Software Engineering. An introduction*; The Kluwer International Series in Software Engineering, Kluwer Academic Publishers, Boston 2000.

3.4 Eigene Vorarbeiten

Die in der kommenden Förderperiode geplanten Arbeiten bauen größtenteils auf den Ergebnissen der vorangegangenen Förderperiode auf. Erste Überlegungen zu der in den Arbeitsschwerpunkten B, C und D geplanten Erweiterungen der SFB-EDB auf der Basis objekt-relationaler Datenbank-Technologie finden sich bereits in [9]. Als Grundlage für die geplante Verfeinerung und Optimierung des SFB-EDB Schemas dienen die existierenden Beschreibungen zur systematischen Analyse und Ablage von Erfahrungswissen (siehe z.B. [6], [8]). [11] beschreibt den Fallstudien-Bereich des experiment-spezifischen Datenbereichs der SFB-EDB, welche die Basis zur Restrukturierung des Bereichs “kontrollierte Experimente” darstellt (s. Arbeitspaket C1). Hinsichtlich einer verbesserten Gestaltung des Zugriffs auf die Inhalte der SFB-EDB

(s. Arbeitspaket D2) existieren bereits erste Überlegungen, die in [7] dargelegt sind. Die Integration von Produktverwaltungsmechanismen in prozessorientierte Umgebungen (s. Arbeitspaket B2) sind Gegenstand einer aktuell laufenden Dissertation [10].

Literatur

[6] R. L. Feldmann, J. Münch, S. Vorwieger: T*owards Goal-Oriented Organizational Learning: Representing and Maintaining Knowledge in an Experience Base*; Proc. of the 10th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE‘98), pages 236–245, San Francisco Bay, CA, USA, June 1998.

[7] R. L. Feldmann, M. Frey, M. Habetz, M. Mendonça: *Applying Roles in Reuse Repositories*; Proc. of the 12th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE‘2000), Chicago, USA, July 2000.

[8] R. L. Feldmann, B. Geppert, F. Rößler: *An Integrating Approach for Developing Distributed Software Systems -Combining Formal Methods, Software Reuse, and the Experience Base-*; Proc. of the 5th IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS’99), p.54ff, Las Vegas, Nevada, USA, October 18-22, 1999.

[9] N. Ritter, H.-P. Steiert, W. Mahnke, R. L. Feldmann: *An Object-Relational SE-Repository with Generated Services*; Proc. of the 1999 Information Resources Management Association International Conference (IRMA99), pages 986–990, Hershey, Pennsylvania, USA, May 1999.

[10] S. Vorwieger: *Systematische Integration von Prozess- und Produktmanagement*; GI’99, Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik 1999, Springer Tagungsband, 5-9. Oktober 1999.

[11] S. Vorwieger, H. Damczyk, M. Fechtig, B. Schadt, O. Swienty: *Struktur und Werkzeuge des experimentspezifischen Datenbereichs der SFB 501 Erfahrungsdatenbank*; Technical Report SFB 501-11/99, Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, 1999.

3.5 Ziele, Methoden, Arbeitsprogramm und Zeitplan

3.5.1 Ziele und Methoden

Nach dem Aufbau einer initialen Infrastruktur zur Projektunterstützung (1. Förderperiode) und deren Erprobung und Anpassung (2. Förderperiode) stehen nun in verstärktem Maße die Weiterentwicklung der SFB-EDB zur zielgerichteten Analyse und Wiederverwendung von SE-Erfahrungen sowie die intensive Bewertung von SFB-Technologien durch kontrollierte Technologie-Experimente im Vordergrund. Darauf basierend ergibt sich eine Aufteilung der Aufgaben des Teilprojekts in die folgenden Bereiche:

- Bereitstellung und Erweiterung einer integrierten Plattform für Software Engineering Experimente
- Systematische Analyse und Ablage von Erfahrungen im experiment-übergreifenden Teil der SFB-EDB für kontextspezifische Verwendung während der Planung
- Feingranulare Erfassung von Messdaten
- Unterstützung bei der Durchführung von Software Engineering Experimenten

Diese werden im weiteren genauer erläutert.

Integrierte Plattform für Software Engineering Experimente

Bisher wurden hauptsächlich kommerzielle Werkzeuge zur Unterstützung von Entwicklungsschritten in das SE-Labor integriert. Für die dritte Förderperiode wird eine Vielzahl von SFB-internen Forschungsprototypen aus der jetzigen Förderperiode erwartet. Zentrale Komponenten sind zum einen die in Teilprojekt A2 entwickelte Projektplanungs- und -ausführungsplattform MILOS und zum anderen eine verbesserte Version der SFB-EDB. Die Forschungsprototypen müssen so entwickelt werden, dass sie jederzeit —auch außerhalb von Experimenten— im SE-Labor benutzbar sind. Für das langfristige Ziel, eine vollständig integrierte Plattform für Planung, Ausführung, Analyse und Wiederverwendung bereitstellen zu können, lassen sich drei, sich ergänzende Ziele identifizieren:

a) Unterstützung der Planung und Kontrolle von Experimenten

   Die in Teilprojekt A2 entwickelte Prozessmaschine MILOS erweitert das Labor um eine Planungs- und Ausführungskomponente zur Unterstützung von Experimenten. MILOS koordiniert arbeitsteilige Entwicklungsaktivitäten, synchronisiert Entwicklungs- mit Messaktivitäten und kontrolliert Werkzeugaktivierungen. Ebenso unterstützt MILOS Umplanungen und die Revidierung von Entscheidungen während der Abwicklung eines Entwicklungsprozesses, indem kausale Abhängigkeiten verwaltet werden. MILOS stellt jedoch nur Kern-Funktionalitäten bereit. Für eine umfassende Unterstützung des in Teilprojekt B1 entwickelten experimentellen Ansatzes ist die Ergänzung durch weitere Komponenten notwendig. Hierzu zählen die in Teilprojekt B1 entwickelten Werkzeuge zur Generierung von Experiment- und Projektplänen, Werkzeuge zur Erfassung von Messdaten und qualitativer Erfahrung sowie der in Teilprojekt A1 entwickelte Ansatz zur planungs- und prozessorientierten Produktverwaltung.

b) Unterstützung der Analyse und Wiederverwendung

   Die SFB-EDB stellt die zentrale Komponente für die Analyse von Experiment-Ergebnissen, deren generische Auslegung und Wiederverwendung dar. Ihre Schnittstellen beschreiben ihr funktionales Spektrum für den jeweiligen

Benutzer und anzubindende Werkzeuge. Für die Ablage und den Zugriff auf die SE-Erfahrungen im experiment-übergreifenden Teil der SFB-EDB wurden im Teilprojekt A1 Ablageschemata und Schnittstellen definiert und durch das Teilprojekt A3 mit Hilfe des objekt-relationalen Datenbankmanagementsystems Informix realisiert. Zur Erweiterung der Funktionalität sollen mächtigere Schnittstellen entwickelt und zur Verfügung gestellt werden.

c) Integration von Technologie-Prototypen

Aus den B- und C-Teilprojekten werden verstärkt Prototyp-Werkzeuge zur Unterstützung generischer Methoden für die Entwicklung großer Systeme in das SE-Labor integriert. Die Integration bezieht sich einerseits auf die Planungs- und Ausführungsplattform, an welche die Prototypen angebunden werden müssen, sowie auf die Fähigkeit, auf SE-Erfahrungen aus der SFB-EDB direkt zugreifen und sie dort wieder einbringen zu können. Hierzu werden explizite Daten- und Prozesschnittstellen in Zusammenarbeit mit den Teilprojekten A2 und A3 zur Verfügung gestellt.

Systematische Analyse und Ablage von Erfahrungen im experiment-übergreifenden Teil der SFB-EDB

In der zweiten Förderperiode wurden verstärkt Experimente (Baseline-Entwicklungen und Technologie-Experimente) im SE-Labor durchgeführt und im experiment-spezifischen Teil der SFB-EDB dokumentiert. Basierend auf diesen Experiment-Dokumentationen müssen die einzelnen Experimente in Beziehung gesetzt und auf Gemeinsamkeiten und allgemein gültige Erkenntnisse hin untersucht werden, die über Experimentgrenzen hinaus gültig sind. Die dabei gewonnenen Erfahrungen werden, soweit sie relevant sind, aufbereitet und anhand von Richtlinien und Dokumentationsstandards beschrieben, und im experiment-übergreifenden Teil der SFB-EDB hinterlegt. Dort stehen sie zukünftigen Experimenten zur Unterstützung bei der Planung und Durchführung zur Verfügung.

Erste Erkenntnisse dieser Art wurden bereits aus den durchgeführten Experimenten abgeleitet und aufbereitet. Mit der steigenden Zahl der Experimente und den daraus resultierenden Informationen im experiment-spezifischen Teil der SFB-EDB wird die derzeitige manuelle und methodisch nur unzureichend unterstützte Ableitung neuer, wiederverwendbarer Erkenntnisse zunehmend erschwert; müssen doch potentiell immer mehr Informationen in die Analyse mit einbezogen werden. Eine systematische und möglichst (teil-)automatisierte Analyse der Experimente ist zu entwickeln und in geeigneter Art und Weise zu unterstützen. Damit einhergehend erfolgt eine Herleitung von projektübergreifendem Wissen, basierend auf der bereits erfolgenden, strukturierten Ablage im experiment-spezifischen Teil der SFB-EDB. Zur besseren Unterstützung der Wiedererwendung der neu gewonnenen Erkenntnisse, müssen diese darüber hinaus in einer einheitlichen und systematischen, ihren Inhalten entsprechend angepassten Repräsentation im experiment-übergreifenden Teil der SFB-EDB persistent eingelagert werden. Dazu ist die derzeit existierende grobe Klassifikation der unterschiedlichen Wiederverwendungsartefakte nach Produkt-Typen um Vorlagen mit einheitlichen Charakterisierungsschemata zu erweitern, die einen minimalen Standard garantieren.

Feingranulare Erfassung von Messdaten zur Projektanalyse

In diesem Aufgabenbereich wird die bereits in den vorherigen beiden Förderperioden angesprochene Thematik des Messens und Bewertens als Basis für die systematische Analyse einzelner, zum Zwecke der Erkenntnisgewinnung durchgeführter Experimente erneut aufgegriffen und vertieft. Mit zunehmendem Wissensstand reichen die bisher erhobenen baseline-typischen Messdaten, wie etwa Informationen bezüglich der aufgewendeten Kalenderzeit, des Aufwands für Rework oder eine Typisierung der aufgetretenen Fehler, nicht mehr aus, um weitergehende Hypothesen zu überprüfen und damit verbundene Analysen zu unterstützen. Weitere, experiment-spezifische Messdaten für die im Experiment eingesetzte Entwicklungstechnologie müssen in Zukunft verstärkt erhoben werden. Mit dieser Problematik eng verbunden ist eine geeignete Ablage der vermehrten Messdatenpunkte im experiment-spezifischen Teil der SFB-EDB. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Experimente durch die vermehrte Erfassung von Messdaten nicht unnötig kompliziert und zeitlich ausgedehnt werden. Eine zunehmend automatische Erfassung von charakteristischen Kenngrößen eines Experiments durch geeignete Werkzeuge ist anzustreben. Insbesondere die durch die vermehrt zum Einsatz kommenden prototypischen Werkzeuge aus den einzelnen SFB-Teilprojekten erhobenen Informationen müssen (teil-)automatisch in die SFB-EDB integriert werden, um so für tiefergehende Analysen jederzeit abrufbar vorhanden zu sein. Eine weitgehende Anbindung und/oder Integration der prototypischen Werkzeuge der einzelnen SFB-Teilprojekte an/in die SFB-EDB ist unumgänglich und muss in enger Kooperation mit den einzelnen Teilprojekten vollzogen werden.

Unterstützung von Software Engineering Experimenten

Die systematische Durchführung von Experimenten ist die Basis für zielgerichtetes Lernen und Bewerten von Techniken, Methoden und Werkzeugen. Das Teilprojekt unterstützt dabei in der dritten Förderperiode hauptsächlich Baseline-Entwicklungen im Bereich der Gebäudetechnik und Technologie-Experimente der einzelnen Teilprojekte. Interne Technologieerprobungen liegen im Verantwortungsbereich der jeweiligen Teilprojekte.

In den ersten beiden Förderperioden leistete das SE-Labor hauptsächlich durch die Bereitstellung des technischen und die Experimentiermethodik betreffenden Know-how's Unterstützung bei der Durchführung von SE-Experimenten. In der dritten Förderperiode werden in verstärktem Maße ergänzend verbesserte Techniken und Methoden zur Analyse und Wiederverwendung von SE-Erfahrungen aus vorangegangenen Experimenten eingesetzt. Sie erlauben die Identifikation von Schwachstellen von Methoden und Prozessen in umfassenden Baseline-Entwicklungen. Motiviert durch die Baseline-Ergebnisse können weiterführend kontrollierte Technologie-Experimente zielgerichtet und effizient geplant und durchgeführt werden. Dabei werden einzelne Technologien durch im SFB entwickelte Alternativen ersetzt und zunächst in einer kontrollierten Umgebung deren Verbesserungspotential überprüft. In dem darauf folgenden Baselining kommen die positiv bewerteten Alternativen zum Einsatz, um die im Technologie-Experiment erzielten Ergebnisse auch in einer allgemeingültigeren Umgebung zu validieren (vgl. Abb. 2).

3.5.2 Arbeitsprogramm

Arbeitsschwerpunkt A: Unterstützung und Durchführung von Experimenten

Dieser Arbeitsschwerpunkt stellt die Weiterführung des Arbeitsschwerpunkt C der zweiten Förderungsperiode dar. Bei der Analyse und Auswertung der Baseline-Entwicklungen der zweiten Förderperiode stellte sich die Frage, in wieweit die unter universitären Randbedingungen entstandenen Ergebnisse verallgemeinerbar sind. Aus diesem Grund werden ab der dritten Förderperiode neben den beiden geplanten Baseline-Entwicklungen im Bereich der Gebäudetechnik und Technologie-Experimenten der einzelnen Teilprojekte auch industrielle Transferprojekte aus anderen Anwendungsbereichen mit externen Kooperationspartnern (z.B. in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IESE) angestrebt. Für diesen Arbeitsschwerpunkt ergeben sich daher die folgenden Arbeitspakete:

Arbeitspaket A1: Durchführung und Analyse von zwei Baseline-Entwicklungen im Bereich Gebäudetechnik

In diesem Arbeitspaket werden zwei Baseline-Entwicklungen in der Anwendungsdomäne des SFB geplant, durchgeführt und anschließend analysiert. Die Planung erfolgt in der Notation der Modellierungssprache von MILOS, die in der zweiten Förderperiode durch Teilprojekt A2 zur Verfügung gestellt wurde, und mit maximalem Wiederverwendungspotential aus der SFB-EDB. Die Durchführung findet jeweils auf der Basis der Pläne in der Prozeßkontrollumgebung MILOS statt (s. Arbeitspaket B1). Die Analyse erfolgt im Hinblick auf die Identifikation von Schwachstellen der eingesetzten Techniken, Methoden und Werkzeuge und wird in die SFB-EDB integriert.

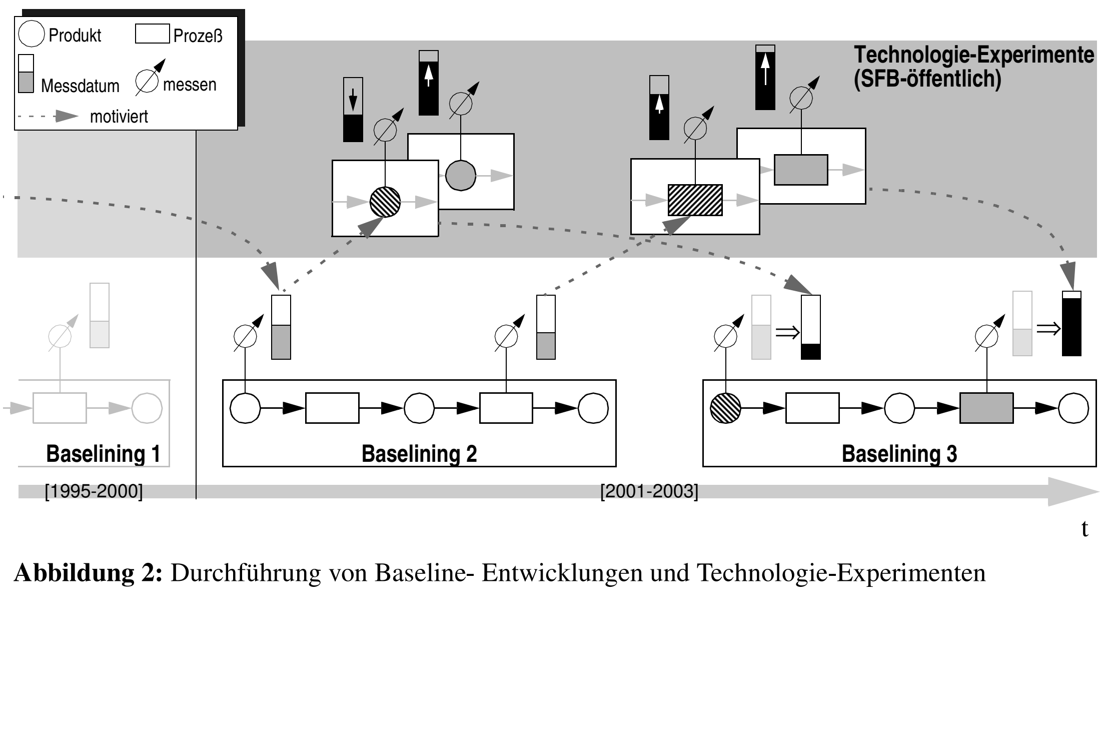


Abbildung 2: Durchführung von Baseline- Entwicklungen und Technologie-Experimenten

Aus den Ergebnissen der Analyse werden nachfolgende Technologie-Experimente (s. Arbeitspaket A2) motiviert.
Baseline-Entwicklungen sind in der Regel mit relativ hohem Aufwand geplante und durchgeführte SE-Experimente. Dies und die Ergänzung durch Technologie-Experimente begründet deren verhältnismäßig niedrige Anzahl im Zeitraum einer Förderperiode.

Ab der dritten Förderperiode sollen SFB-interne Ergebnisse auch in industriellem Umfeld —z.B. durch begleitende Analyse von Transferprojekten— evaluiert werden. Hierdurch sollen praxisrelevante Problemstellungen und Lösungen erarbeitet werden, die in einem rein universitärem Umfeld in dieser Form nicht machbar sind. Des weiteren besteht hier auch die Möglichkeit, in Zusammenarbeit mit Experten einer anderen Anwendungsdomäne Forschungsergebnisse des SFB zu evaluieren.
Personalbedarf: 24 PM

Arbeitspaket A2: Fortlaufende Unterstützung bei der Durchführung und Analyse von Technologie-Experimenten bei allen Teilprojekten zur Evaluierung von Ergebnissen der Teilprojekte

In diesem Arbeitspaket werden Technologie-Experimente für einzelne Teilprojekte im Sinne von kontrollierten Experimenten oder kleineren Fallstudien durchgeführt. Im Gegensatz zur globaleren Fokussierung von Baselines setzen Technologie-Experimente ihren Fokus auf die Untersuchung und Bewertung einer einzelnen, im SFB entwickelten Technologie.
Die Experimente dieses Arbeitspakets werden in enger Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der Teilprojekte geplant und durchgeführt, deren Technologien bewertet werden sollen. Dabei steht Personal aus Teilprojekt A1 hauptsächlich zur Unterstützung der Planung und Analyse zur Verfügung. Die Analyse-Ergebnisse werden in die SFB-EDB zur späteren Berücksichtigung für nachfolgende Baseline-Entwicklungen integriert.
Personalbedarf: 33 PM

Arbeitsschwerpunkt B: Ausbau des SE-Labors durch Integration von internen SFB-Teilprojekt-Werkzeugen

Dieser Arbeitsschwerpunkt stellt die konsequente Weiterführung der technischen Dienstleistungen des SE-Labors dar. Während bisher hauptsächlich kommerzielle Werkzeuge zur Unterstützung von Entwicklungsschritten in das SE-Labor integriert wurden, soll in der dritten Förderperiode verstärkt auf SFB-intern entwickelte Prototyp-Werkzeuge eingegangen werden. Eine zentrale Komponente stellt die in Teilprojekt A2 entwickelte Projektplanungs- und -ausführungsplattform MILOS dar, in die alle weiteren SFB-Prototypen integriert werden. Erst durch die Anbindung an MILOS sind Prototyp-Werkzeuge in der kontrollierten Umgebung praktisch einsetzbar. Sie können damit entweder indirekt als Komponente einer Systementwicklung, beispielsweise in einer Fallstudie, oder direkt in einem Technologie-Experiment bewertet werden. Für diesen Arbeitsschwerpunkt ergeben sich die folgenden Arbeitspakete:

Arbeitspaket B1: Integration von MILOS (Teilprojekt A2) zur Unterstützung aller Experimente innerhalb des SFB

In diesem Arbeitspaket wird die im Teilprojekt A2 entwickelte Projektplanungs- und -ausführungsplattform MILOS in das SE-Labor integriert. An diese Plattform sollen während einer Projektdurchführung gemäß des Projektplans die entsprechenden Werkzeuge gebunden werden. Dabei werden sowohl kommerzielle Werkzeuge als auch SFB-Prototypen angebunden. Die resultierende Plattform stellt somit neben der zentralen Projektkontroll-Komponente auch die integrierende Plattform für alle im SE-Labor verfügbaren Werkzeuge dar. Die Integration wird in enger Zusammenarbeit mit Teilprojekt A2 erfolgen.
Personalbedarf: 11 PM

Arbeitspaket B2: Erweiterung von MILOS um Produktmanagement

In der zweiten Förderperiode wurde ein Ansatz entwickelt, der die Aufgaben und Mechanismen des Software-Konfigurationsmanagement in der Planung und Durchführung von SE-Projekten für eine lernende Organisation anpasst, wie sie im SFB realisiert ist. In diesem Arbeitspaket wird der in A1 entwickelte Ansatz in die Prozessplanungs- und -ausführungsumgebung MILOS eingebracht, indem der Produktzugriff auf das Entwicklungs-Repository nicht mehr direkt, sondern über eine Versionierungs-Schicht erfolgt. Desweiteren soll die Prozessplanung um Konzepte des Produktmanagements ergänzt und der Bereich der zu verwaltenden Artefakte auf SE-Erfahrung, d.h. Messdaten zur Projektkontrolle und Analyse, erweitert und in Beziehung zu (Versionen von) Prozessinstanzen gesetzt werden können. Dieser Ansatz ermöglicht einen höheren Grad an Automatisierung und Flexibilität bei der post-mortem-Analyse von Experimenten. Des weiteren sind unter Verwendung der Produktmanagement-Mechanismen Historien über Umplanungen möglich, welche ebenfalls zu Projektanalysen hinzugezogen werden.

Die Tätigkeiten dieses Arbeitspakets sind ab dem zweiten Jahr der beantragten Förderperiode geplant. Es ist zuvor wichtig, MILOS in einem realen Projekt zu evaluieren und eventuelle Verbesserungen in die Plattform einzubringen, bevor eine konkrete Erweiterung dieser Art vorgenommen wird.
Personalbedarf: 15PM

Arbeitspaket B3: Integration der neu entstehenden SFB-Teilprojekt-Werkzeuge

In diesem Arbeitspaket werden Prototyp-Werkzeuge, die in den B- und C-Teilprojekten entwickelt werden, über das SE-Labor allen anderen Teilprojekten sowie allen Projektdurchführungen zur Verfügung gestellt. Beispiele hierfür sind das in Teilprojekt B4 entwickelte Werkzeug zur Definition und Verwaltung von SDL-Mustern oder das B10-Werkzeug zur Verwaltung von Design-Spaces. Hierbei ist einerseits die Anbindung an MILOS vorgesehen, wodurch die Verfügbarkeit während der Durchführung von Projekten gemäß der Planung garantiert werden kann. Andererseits müssen die Prototypen die Tool-Schnittstelle der SFB-EDB bedienen können, um für eine entsprechende Wiederverwendung und Ablage der Werkzeug-Artefakte Sorge tragen

zu können. Die Installation und Integration wird in enger Zusammenarbeit mit den entsprechenden Teilprojekten durchgeführt.
Personalbedarf: 13 PM

Arbeitsschwerpunkt C: Entwicklung eines feingranularen Ablage- und Charakterisierungsschemas für die SFB-EDB auf der Basis objekt-relationaler Datenbank-Technologie

Basierend auf dem durch das Teilprojekt A3 ausgewählten objekt-relationalen Datenbanksystem Informix ist das initiale, mit Hilfe des web-basierten Prototypen der SFB-EDB von A1 entwickelte Ablage- und Charakterisierungsschema für Experimente zu verfeinern. Dazu muss für spezielle, durch einzelne Teilprojekte entwickelte Erfahrungselemente ein darauf zugeschnittener Satz von verfeinernden Attributen bestimmt und in das allgemeine Charakterisierungsschema integriert werden. Des weiteren sind die Anbindung von im SFB 501 entwickelten Werkzeugen an das Erfahrungsdatenbankschema und die darauf zu definierenden Zugriffsschnittstellen zu bestimmen. Es ergeben sich die folgenden Arbeitspakete:

Arbeitspaket C1: Evaluierung und Verfeinerung des Bereichs “kontrollierte Experimente” des experiment-spezifischen Teils der SFB-EDB

In diesem Arbeitspaket erfolgt eine Verfeinerung des bereits jetzt im experiment-spezifischen Teil der Erfahrungsdatenbank enthaltenen Bereichs zur Dokumentation von kontrollierten Experimenten. Dazu wird, ähnlich wie bereits für den Ablagebereich für Fallstudien geschehen, eine Menge von bereits durchgeführten kontrollierten Experimenten systematisch aufbereitet und dokumentiert. Dies geschieht anhand der Schritte der im Teilprojekt B1 entwickelten Experimentier-Methodik. Auf diese Weise wird ein Satz von Kerninhalten bestimmt, der für jedes Experiment zu dokumentieren ist. Des weiteren sind detailliertere Kenngrößen in Form von beschreibenden Attributen in den Charakterisierungsvektor aufzunehmen.
Personalbedarf: 6 PM

Arbeitspaket C2: Wartung und Erweiterung des Charakterisierungsschemas für Erfahrungselemente im experiment-übergreifenden Teil der SFB-EDB

In diesem Arbeitspaket wird das mit Hilfe des web-basierten Prototypen der SFB-EDB entwickelte Charakterisierungsschema für Erfahrungselemente überarbeitet. Dabei sind insbesondere die verbesserten technischen Möglichkeiten zu berücksichtigen, die sich durch den Einsatz des objekt-relationalen Datenbanksystems Informix ergeben. Wurde bisher aufgrund des hohen manuellen Wartungsaufwands nur eine geringe Anzahl von beschreibenden Attributen und Relationen für die einzelnen Bereiche der SFB-EDB verwaltet, so ist es nun möglich, innerhalb dieser Bereiche eine weitere, individuelle Verfeinerung vorzunehmen. Insbesondere können so zum Beispiel auch Beziehungen zwischen einzelnen Erfahrungselementen eines Bereiches berücksichtigt werden. Auf diese Weise wird es möglich, zusammen mit den einzelnen Teilprojekten einen für die jeweiligen Erfahrungselemente zugeschnittenen Cha-

rakterisierungsvektor zu definieren. Zugleich können durch das Datenbanksystem eine Vielzahl von Attributen (teil-)automatisch erfasst, auf Inkonsistenzen geprüft und ggf. global aktualisiert werden.
Personalbedarf: 14 PM

Arbeitspaket C3: Definition und Realisierung verschiedener Sichten zur Erleichterung des Zugriffs auf Erfahrungselemente

In diesem Arbeitspaket werden spezielle auf die Bedürfnisse einzelner Benutzergruppen zugeschnittene Sichten auf die Inhalte der SFB-EDB entwickelt. Dies erfolgt auf der Basis der in den in den Arbeitspaketen C1 und C2 verfeinerten Charakterisierungsvektoren für Erfahrungselemente. Diese Sichten werden dann mit Hilfe des bereits in dieser Förderungsperiode eingeführten und noch zu verfeinernden Rollenkonzepts für die SFB-EDB jedem Benutzer anhand seiner gewählten Rolle zur optimalen Unterstützung bei der Durchführung seiner Aufgaben zur Verfügung gestellt. Durch die Sichtenbildung erfolgt eine für den Benutzer transparente Einschränkung des Erfahrungsdatenbestands auf für ihn relevante und zugängliche Einträge in der SFB-EDB. Sichten dienen somit der Steigerung der Übersichtlichkeit und erlauben zugleich die Definition von Schutzkonzepten, die den Zugriff auf Inhalte der SFB-EDB regeln.
Personalbedarf: 8 PM

Arbeitspaket C4: Anbindung des experiment-spezifischen Teils der SFB-EDB an Werkzeuge zur Produktverwaltung und an das MILOS System

In diesem Arbeitspaket erfolgt eine verfeinerte Modellierung der Daten- und Produktstrukturen des experiment-spezifischen Teils der SFB-EDB. Basierend auf dieser Struktur erfolgt die Kopplung der im Sonderforschungsbereich 501 entwickelten Werkzeuge zur Produktverwaltung und des Projektplanungs- und -ausführungssystems MILOS mit der SFB-EDB und dem darunter liegenden objekt-relationalen Datenbanksystem Informix. Dadurch wird es möglich, die durch die Werkzeuge erfassten und verwalteten Daten und Produkte direkt in den experiment-spezifischen Teil der SFB-EDB zu übernehmen. Sie stehen somit weiteren Auswertungen und Analysen zum Zweck der Erfahrungsgewinnung zur Verfügung.
Personalbedarf: 6 PM

Arbeitspaket C5: Definition von Zugriffsschnittstellen für Werkzeuge im SE-Labor

In diesem Arbeitspaket werden weitere, in den einzelnen Teilprojekten entwickelte Werkzeuge an die SFB-EDB angebunden. Dazu müssen spezielle Zugriffsschnittstellen definiert werden, über die der Datenaustausch zwischen den einzelnen Werkzeugen und den in der objekt-relationalen Datenbank Informix gespeicherten Daten der SFB-EDB ermöglicht. Dieses Arbeitspaket baut auf den Erkenntnissen und Resultaten des Arbeitspakets C4 auf.
Personalbedarf: 12 PM

Arbeitsschwerpunkt D: Systematische Analyse und Ablage von Erfahrungen im experiment-übergreifenden Teil der SFB-EDB für kontextspezifische Verwendung während der Planung

Die zum gegenwärtigen Zeitpunkt definierte Ablagestruktur für wiederverwendbare Artefakte in der SFB-EDB wurde bereits mit Hilfe des Teilprojekts A3 auf das objektrelationale Datenbanksystem Informix übertragen. Durch den Einsatz dieser Technik wird es in Zukunft möglich sein, spezielle Schnittstellen und Eingabemasken zu definieren, die auf die Analyse- und Packaging-Schritte der im Teilprojekt B1 entwickelten Experimentier-Methodik abgestimmt sind. Im Gegensatz zum bisherigen webbasierten Erfahrungsdatenbank-Prototyp können dann Informationen, wie etwa Attribute zur Charakterisierung der Erfahrungselemente, (teil-)automatisch durch das System aus den Experimenten übernommen werden. Durch diese aufgaben-spezifischen Zugriffsschnittstellen erfolgt eine vereinfachte und systematische Ablage von Erfahrungselementen. Zugleich werden so Eingabefehler vermieden, die bisher durch die manuelle Wartung verstärkt auftreten. Zudem können intelligente Analysefunktionen in diese aufgaben-spezifischen Schnittstellen der SFB-EDB eingebaut werden. Daraus ergeben sich die folgenden Arbeitspakete:

Arbeitspaket D1: Vorgabe und Erfassung von für die Analyse zwingend notwendigen Informationen im Charakterisierungsschema der SFB-EDB durch Constraints

In diesem Arbeitspaket wird sichergestellt, dass alle für weiterführende Analysen benötigten Informationen und Messdaten in der SFB-EDB vorhanden sind. Insbesondere sind hierzu Randbedingungen und Regeln zu erstellen, die eine ausreichende Qualität und die Vollständigkeit der erhobenen Daten gewährleisten. Die Berücksichtigung der Regeln bereits in der Planungsphase unterstützt eine rechtzeitige Erhebung aller benötigten Informationen zum Zeitpunkt ihres Entstehens und hilft, nachträgliche Datenerhebungen zu vermeiden. Die Einhaltung dieser Regeln und Vorgaben ist bei der Übertragung der Daten in die SFB-EDB durch das unterliegende objekt-relationale Datenbanksystem Informix zu überwachen.
Personalbedarf: 6 PM

Arbeitspaket D2: Definition von intelligenten, aufgaben-spezifischen Schnittstellen für einen verbesserten Zugriff auf die SFB-EDB

In diesem Arbeitspaket werden intelligente Schnittstellen für den Zugriff auf die in der SFB-EDB gespeicherten Daten definiert. Insbesondere sind in diesem Arbeitspaket Schnittstellen zur Unterstützung der Erfahrungsgewinnung durch entsprechende Auswertung und Analyse von Experimentdaten aus dem experiment-spezifischen Teil der Erfahrungsdatenbank zu berücksichtigen. Diese Schnittstellen zielen somit auf die verbesserte Interaktion zwischen Mensch und SFB-EDB durch flexible, ergonomisch angepasste (grafische) Benutzerschnittstellen (GUI).
Personalbedarf: 13 PM

Arbeitspaket D3: (Teil-)automatische Integration von Entwicklungsergebnissen in die SFB-EDB

In diesem Arbeitspaket werden Verfahren zur Integration von Entwicklungsergebnissen in die SFB-EDB untersucht. Ziel ist es dabei, dass Informationen, wie etwa Attribute zur Charakterisierung der Erfahrungselemente, (teil-)automatisch durch das System aus den Experimenten übernommen werden. Durch diese spezifischen Zugriffsschnittstellen erfolgt eine vereinfachte und systematische Ablage von Erfahrungselementen. Zugleich werden Eingabefehler vermieden, die bisher häufig durch die manuelle Wartung bedingt auftraten und so zu Inkonsistenzen und Problemen bei der Auswertung führten.
Personalbedarf: 15 PM

Arbeitspaket D4: (Teil-)automatische Updates der SFB-EDB

In diesem Arbeitspaket wird untersucht, in wieweit eine automatische Auswertungsunterstützung der im SFB durchgeführten und im experiment-spezifischen Teil der SFB-EDB dokumentierten Experimente erfolgen kann. Insbesondere wird dabei an eine Übernahme von z. B. Messdaten und Analyseergebnissen anderer, im SFB entwickelter Werkzeuge gedacht. Dies setzt einen permanenten Informationsaustausch zwischen den durch die Arbeitspakete C4 und C5 an die SFB-EDB gekoppelten Werkzeuge voraus. Die so in den experiment-spezifischen Teil der die SFB-EDB fließenden Daten können anhand vorgegebener Regeln aufbereitet werden, um durch die im Arbeitspaket D1 definierten intelligenten Schnittstellen weiter analysiert zu werden. Das Arbeitspaket zielt damit auf eine verstärkte Interaktion zwischen SFB-EDB und Werkzeugen des SE-Labors ab. Der Beitrag von A1 liegt hierbei primär in der Definition und Koordination der benötigten Strukturen und Abläufe. Eine enge Kooperation mit den für die Werkzeugentwicklung zuständigen Teilprojekten und dem Teilprojekt A3 ist insbesondere im Bereich der technischen Realisierung zwingend erforderlich.
Personalbedarf: 22 PM

Arbeitsschwerpunkt E: Inhaltliche Evaluierung des SE-Labors und der SFB-EDB

Für eine geeignete Unterstützung von Experimenten durch das SE-Labor ist es notwendig, Aussagen über die Akzeptanz der angebotenen Dienste und Werkzeuge zu erhalten. Eine kontinuierliche Erfassung von Nutzungsprofilen bezüglich der installierten Werkzeuge und der SFB-EDB ist daher unumgänglich. Durch die Definition geeigneter Messprogramme soll es ermöglicht werden, derzeit in der SFB-EDB noch fehlendes Erfahrungswissen aufzudecken, um so ggf. die Entwicklung weiterer Techniken und Methoden bzw. weitere Experimente anzustoßen. Für diesen Arbeitsschwerpunkt ergeben sich die folgenden Arbeitspakete:

Arbeitspaket E1: Verfeinerung des Messprogramms zur Kosten/Nutzenanalyse der im SE-Labor installierten Werkzeuge

Durch dieses Arbeitspaket wird das in der gegenwärtigen Förderungsperiode begonnene Arbeitspaket AP-D1 fortgesetzt und erweitert. Bisher wird nur die Anzahl der Werkzeugaufrufe im SE-Labor erfasst. Ziel des Arbeitspakets ist es, darüber hinaus quantitative Aussagen über die Nutzung der einzelnen im SE-Labor bereitgestellten Werkzeuge zu erhalten und darauf basierend eine Kosten- / Nutzenanalyse durchzuführen. Dazu sind die im SE-Labor existierenden Werkzeuge nach Aufgabengebieten zu gruppieren. Für die Werkzeuge einer Gruppe sind dann gezielt weitere Informationen bezüglich der Benutzungsakzeptanz zum Beispiel in Bezug auf die Vollständigkeit des benötigten Funktionalitätsumfangs zu erheben. Darauf basierend können innerhalb dieser Gruppen die einzelnen Werkzeuge hinsichtlich ihrer Nutzung miteinander verglichen werden. Dies ist insbesondere für die im SE-Labor installierten lizenzpflichtigen Werkzeuge von Interesse. Es ist zu erwarten, dass viele dieser Werkzeuge durch die bereits existierenden und in der neuen Förderperiode erwarteten weiteren Eigenentwicklungen von prototypischen, die speziellen Methodiken aus den einzelnen Teilprojekten unterstützenden Werkzeuge, ersetzt werden können.
Personalbedarf: 8 PM

Arbeitspaket E2: Analyse der Anfragen / Zugriffe auf die in der SFB-EDB enthaltenen Artefakte

In diesem Arbeitspaket wird die SFB-EDB in Bezug auf die an sie gestellten Anfragen und die von Ihr gelieferten Ergebnisse untersucht. Insbesondere die von der SFB-EDB derzeit nicht oder nur unzureichend beantworteten Anfragen im Rahmen der Planung und Durchführung von neuen Experimenten geben wichtige Hinweise auf eine fehlende / unzureichende Erfahrungsdatenbasis. Durch die Erkenntnisse aus der Analyse der Erfahrungsdatenbankanfragen ergibt sich die Möglichkeit der gezielten Integration von neuem Wissen in die SFB-EDB. Insbesondere können dadurch weitere Experimente im SFB 501 zur Erkenntnisgewinnung und somit der Schließung der Lücken in der SFB-EDB getriggert werden. Bei Suchanfragen an die SFB-EDB, die zur Lieferung von potentiell wiederverwendbaren Informationen führen, ist zu untersuchen, in wieweit die gelieferten Informationen der Suchanfrage gerecht werden und wie der Benutzer die Qualität dieser Informationen bewertet. Auf diese Weise werden Aussagen über die Qualität der in der SFB-EDB gespeicherten Informationen möglich, und es können ggf. gezielte Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung veranlasst werden.
Personalbedarf: 10 PM

3.5.3 Zeitplan

<table>
<tr><th>Personal</th><th>2001
1. H.J.</th><th>2001
2. H.J.</th><th>2002
1. H.J.</th><th>2002
2. H.J.</th><th>2003
1. H.J.</th><th>2003
2. H.J.</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Grundausstattung
Antje von Knethen</td><td colspan="4">C1*</td><td>D1</td><td>D3</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">C2</td><td colspan="2">D4</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Ergänzungsausstattung
Raimund L. Feldmann</td><td colspan="2">C2</td><td colspan="2">D3</td><td colspan="2">C3</td></tr>
<tr><td colspan="2">B3</td><td colspan="2">D1</td><td colspan="2">D4</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">C4</td><td colspan="2">C5</td><td>D2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Stefan Vorwieger</td><td>A1</td><td colspan="2">A2</td><td>A1</td><td colspan="2">A2</td></tr>
<tr><td colspan="2">B1</td><td colspan="4">B2</td></tr>
<tr><td>N.N.,
stud. Hilfskraft</td><td>A1</td><td colspan="2">A2</td><td>A1</td><td colspan="2">A2</td></tr>
<tr><td>N.N.,
stud. Hilfskraft</td><td>A1</td><td colspan="2">A2</td><td>A1</td><td colspan="2">A2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">N.N.,
stud. Hilfskraft</td><td colspan="2">B1</td><td colspan="4">B2</td></tr>
<tr><td colspan="2">B3</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">N.N.,
stud. Hilfskraft</td><td colspan="4">C2</td><td colspan="2">C3</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">C4</td><td colspan="2">C5</td><td></td></tr>
<tr><td>N.N.,
stud. Hilfskraft</td><td colspan="6">D2 + D3 + D4</td></tr>
<tr><td>N.N.,
stud. Hilfskraft</td><td colspan="6">D2 + D3 + D4</td></tr>
<tr><td>N.N.,
stud. Hilfskraft</td><td colspan="6">E1 + E2</td></tr>
</table>

* A1 .. E2 sind Arbeitspakete

3.6 Stellung innerhalb des Programms des Sonderforschungsbereichs

Teilprojekt A1 integriert Prototypwerkzeuge aus allen A- und B-Teilprojekten in das SE-Labor und stellt sie auf diese Weise für Experimente in allen Teilprojekten zur Verfügung. Insbesondere wird in Kooperation mit dem Teilprojekt A3 der Ausbau und die Weiterentwicklung der SFB-EDB vorangetrieben und die Integration des Produktverwaltungssystems MILOS des Teilprojekts A2 vorgenommen. Die experimentelle Vorgehensweise des Teilprojekts B1 wird im SE-Labor umgesetzt. Die im experiment-übergreifenden Teil der SFB-EDB abgeleiteten Informationen werden allen Teilprojekten für weitere Experimente bereitgestellt. Mit diesen Teilprojekten ist deshalb ein intensiver Erfahrungsaustausch über die benutzten Beschreibungs- und Generierungstechniken vorgesehen.

3.7 Ergänzungsausstattung für das Teilprojekt

	Bewilligung 2000		2001			2002			2003		
	Verg.-Gr.	Anz.	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM
PK	BAT IIa	2	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800
			StdHkr.	7	142.800	StdHkr.	7	142.800	StdHkr.	7	142.800
	zus.:	2	zus.:	9	351.600	zus.:	9	351.600	zus.:	9	351.600
SV			Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM
			(515)		-	(515)		-	(515)		-
			(522)		15.000	(522)		15.000	(522)		15.000
			zusammen		15.000	zusammen		15.000	zusammen		15.000
I			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.		
			125.000			65.000			65.000		

es bedeuten: PK: Personalbedarf und -kosten (Begründung vgl. 3.7.1)
SV: Sächliche Verwaltungsausgaben (Begründung vgl. 3.7.2)
I: Investitionen (Geräte über DM 20.000; Begründung vgl. 3.7.3)

3.7.1 Begründung des Personalbedarfs

	Name, akad. Grad, Dienststellung	engeres Fach des Mitarbeiters	Bezeichnung des Institutes oder der Hochschule	Anteil der aufgew. Gesamt-arbeitszeit (bera-tend: B)	im SFB tätig seit	derzeitige Einstufung und beantragte Ver-gütungs-gruppe
Grundausstattung 3.7.1.1 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Rombach, Prof. Dr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	5	1.1.95	
	(2) Antje von Knethen	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	20		
	(3) Althoff, Dr.	Prakt. Inf.	Fraunhofer IESE	B		
Ergänzungsausstattung 3.7.1.3 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Feldmann, Dipl-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	38,5	1.3.97	IIa
	(2) Vorwieger, Dipl.-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	38,5	1.1.95	IIa
	(3) N.N., StdHkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19		
	(4) N.N., StdHkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19		
	(5) N.N., StdHkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19		
	(6) N.N., StdHkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19		
	(7) N.N., StdHkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19		
	(8) N.N., StdHkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19		
	(9) N.N., StdHkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19		
3.7.1.4 nichtwissenschaftl. Mitarbeiter						

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Grundausstattung

Der Mitarbeiter der Grundausstattung verfeinert und evaluiert hauptsächlich den Bereich der “kontrollierten Experimente” im experiment-spezifischen Teil der SFB-EDB und ist für die Bearbeitung der Arbeitspakete C1, C2, D1, D3 und D4 vorgesehen.

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Ergänzungsausstattung

Der erste wissenschaftliche Mitarbeiter erarbeitet die konzeptionellen Grundlagen für die verbesserte Version der SFB-EDB. Zugleich ist er mit der Anbindung und Integration von Werkzeugen (u. a. MILOS) an die SFB-EDB beschäftigt. Er ist für die Bearbeitung der Arbeitspakete B3, C2, C3, C4, C5, D1, D2, D3 und D4 vorgesehen.

Der zweite wissenschaftliche Mitarbeiter führt die zentralen Arbeiten zur Unterstützung und Durchführung von Experimenten (Baseline-Entwicklungen und Technologie-Experimente) aus. Zudem wird die Integration des Prozess- und Produktmanagements durch diesen Mitarbeiter vorangetrieben. Folglich ist er für die Bearbeitung der Arbeitspakete A1, A2, B1 und B2 vorgesehen.

Die beantragten wissenschaftlichen Hilfskraftstellen dienen der Unterstützung bei den umfangreichen Implementierungsarbeiten in Bezug auf die Wartung der SFB-EDB und die vorgesehenen Evaluierungstätigkeiten. Die ersten beiden studentischen Hilfskräfte sind dabei zur Unterstützung bei der Durchführung von Experimenten im Arbeitsschwerpunkt A vorgesehen. Die dritte studentische Hilfskraft unterstützt die Implementierungsaufgaben zur Integration von Werkzeugen im SE-Labor (Arbeitspakete B1, B2, B3). Die vierte studentische Hilfskraft führt Tätigkeiten im Rahmen der Arbeitspakete C2-C5 durch. Die fünfte und sechste studentische Hilfskraft ist für Aufgaben im Bereich der Arbeitspakete D2, D3 und D4 vorgesehen. Die siebte studentische Hilfskraft kümmert sich um die inhaltliche Evaluierung des SE-Labors und der SFB-EDB (Arbeitspakete E1 und E2).

3.7.2 Aufgliederung und Begründung der sächlichen Verwaltungsausgaben

	2001	2002	2003
Für sächliche Verwaltungsausgaben stehen als **Grundausstattung** voraussichtlich zur Verfügung	Mittel für sächliche Verwaltungsausgaben in der Grundausstattung werden zentral vom Fachbereich Informatik verwaltet und können deshalb nicht in Arbeitsgruppen aufgeschlüsselt werden.		
Für sächliche Verwaltungsausgaben werden als **Ergänzungsausstattung** beantragt (entspricht den Summen "sächliche Verwaltungsausgaben" in Übersicht 3.7)	15.000	15.000	15.000

Begründung zur Ergänzungsausstattung der Sächlichen Verwaltungsausgaben

Die sächlichen Verwaltungskosten in der Ergänzungsausstattung werden zur Finanzierung von Literaturrecherchen, kleineren Geräteerweiterungen und elektronischem Kleinmaterial für das Teilprojekt sowie zur kurzfristigen Beschaffung von kleineren Ersatzteilen für das SE-Labor benötigt.

3.7.3 Investitionen (Geräte über 20.000 brutto)

Bezeichnung des Gerätes (ggf. mit Typenbezeichnung)	Einzelpreis 2001	Einzelpreis 2002	Einzelpreis 2003
Fortführende Lizenzen und Beschaffung neuer Werkzeuge	65.000	65.000	65.000
Ersatz von Hardware	60.000		
Summe (entspricht den Summen "Investitionen" in Übersicht 3.7)	125.000	65.000	65.000

Begründung der Investitionen

Die beantragten Beträge für Investitionen sind zum einen zur Fortführung bestehender und zur Anschaffung neuer Lizenzen notwendig. Diese dienen der Versorgung aller Teilprojekte des SFB mit kommerziellen CASE-Werkzeugen und Editoren. Zum anderen müssen im ersten Jahr der neuen Förderperiode die schon jetzt bereits veralteten vierzehn X-Terminal-Clients (Base und Monitor) im zentralen SE-Labor ersetzt werden. Dies ist notwendig, da das SE-Labor in der neuen Förderperiode —wie auch in den vergangenen Förderperioden— intensiv für Baselining- und Technologie-Experimente in Anspruch genommen werden wird.

3.1 Allgemeine Angaben zum Teilprojekt A2

3.1.1 Thema

Entwicklung einer flexiblen Modellierungs- und Ausführungsumgebung für Software-Entwicklungsprozesse

3.1.2 Fachgebiet und Arbeitsrichtung

Informatik, AG Software Engineering, AG Künstliche Intelligenz

3.1.3 Leiter

Prof. Dr. Michael Richter
geb. 21.6.1938
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631/205-2800
Fax: 0631/205-3357
richter@informatik.uni-kl.de

Prof. Dr. Dieter Rombach
geb. 6.6.1953
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631/205-2895
Fax: 0631/205-3331
rombach@informatik.uni-kl.de

Die Stellen der Leiter sind befristet (x) nein ( ) ja, bis zum

3.1.4 -entfällt-

3.1.5 In dem Teilprojekt sind vorgesehen

Untersuchungen am Menschen	( ) ja	(x) nein
klinische Studien im Bereich der somatischen Zell- oder Gentherapie	( ) ja	(x) nein
Tierversuche	( ) ja	(x) nein
gentechnologische Untersuchungen	( ) ja	(x) nein

3.1.6 Bisherige und beantragte Förderung des Teilprojektes

Haushaltsjahr	Personalkosten bzw. BAT-Stellen	Sächliche Verwaltungsausgaben	Investitionen	Gesamt
1998	100,8	3,0	0,0	103,8
1999	103,2	3,0	0,0	106,2
2000	104,4	3,0	0,0	107,4
Zwischensumme	308,4	9,0	0,0	317,4
2001	270,0	3,0	0,0	273,0
2002	270,0	3,0	0,0	273,0
2003	270,0	3,0	0,0	273,0

(jeweils Ergänzungsausstattung, Beträge in DM 1000.-)

3.2 Zusammenfassung

Ziel dieses Teilprojekts ist die Entwicklung eines Werkzeugs zur integrierten Unterstützung von management- und technisch-orientierten Prozessen im Rahmen von Software-Entwicklungsprojekten des SE-Labors sowie dessen experimentelle Erprobung. In der nächsten Förderungsperiode soll dazu die systematische Wiederverwendung von Erfahrungen (Prozessmodelle, Qualitätsmodelle etc.) unter Einbezug von domänenspezifischem Hintergrundwissen unterstützt werden. Ein neuer, im SFB noch nicht behandelter, Aspekt ist dabei die Wiederverwendung während der Projektausführung. Hierzu sollen grundlegende Techniken des Wissensmanagements herangezogen werden, in die in der vergangenen Förderungsperiode in Teilprojekt A2 entwickelten MILOS[1] Ausführungs- und Modellierungsumgebung integriert und somit auch anderen Teilprojekten als Dienst zur Verfügung gestellt werden.

Erfahrungen stehen in Form bewerteter Artefakte in der SFB-EB zur Verfügung. Um einen möglichst hohen Nutzen der Wiederverwendung während der Projektausführung zu erreichen, ist es wichtig, auf Erfahrungen situationsspezifisch, d. h. den Zustand des ausgeführten Projekts berücksichtigend, zuzugreifen und sie geeignet in den Entwicklungsprozess einzubinden. Hierzu wird dynamisches Kontextwissen (aktueller Projektzustand, Entscheidungsketten etc.) benötigt, das im Rahmen dieses Teilprojekts und in Zusammenarbeit mit anderen Teilprojekten identifiziert, formalisiert und verwaltet werden soll. Zusätzlich ist auch der Zeitpunkt festzustellen, an dem eine Entscheidung zu treffen ist, in die Erfahrungswissen einbezogen werden kann. Hierdurch ist es möglich, eine Unterstützung pro-aktiv, d. h. selbständig die Initiative ergreifend, zu konzipieren, die der Nichtberücksichtigung von vorhandenen Erfahrungen entgegenwirkt. Um dies zu erreichen, muss das zu realisierende Wissensmanagement in der Lage sein, auf Ereignisse zu reagieren, wie sie z. B. von dem in Teilprojekt B1 zu entwickelnden Prozessleitstand oder der in MILOS integrierten Abhängigkeitsverwaltung generiert werden. Weiterhin müssen Informations-

1. Modeling Language and Operational Support for Software Processes

bedürfnisse ermittelt, modelliert und diagnostiziert werden, die einen Hinweis auf benötigtes Wissen geben, auf dessen Basis Maßnahmen als Reaktion auf entsprechende Ereignisse zu treffen sind. Die Etablierung des hierzu benötigten prozessorientierten Wissensmanagements stellt ein zentrales Ziel dieses Antrags dar. Da das Wissensmanagement möglichst viel dynamische und statische Kontextinformationen berücksichtigen muss, soll eine Anbindung an den Prozessleitstand erfolgen, dessen bewertete Übersicht über den aktuellen Projektzustand ermöglicht, den Eintritt wichtiger Ereignisse (wie z. B. Nichteinhalten von Qualitätsvorgaben) zu ermitteln. Weitere Vorhaben sind die Erfassung und Verwaltung von domänenspezifischem Hintergrundwissen über den strukturierten und situationsspezifischen Zugriff auf andere heterogene Wissensquellen.

Die Ergebnisse dieses Teilprojekts sollen in die MILOS Ausführungs- und Modellierungsumgebung integriert und die Nützlichkeit anhand von Experimenten gezeigt werden. Es wird erwartet, dass durch die hier angestrebte Integration von Wissensmanagement der Anteil von Erfahrungswissen als Entscheidungsgrundlage für das Projektmanagement signifikant höher ausfällt als ohne diese Unterstützung.

3.3 Stand der Forschung

Das Projekt A2 war ursprünglich nur auf eine Förderungsperiode ausgelegt. Die beantragte Fortsetzung, die sich mit der Integration von Techniken des Prozess- und Wissensmanagements befasst, resultiert aus neuen Perspektiven, die sich in der vorangegangenen Förderungsperiode ergaben. Lediglich der diesbezügliche Stand der Forschung soll an dieser Stelle dargelegt werden.

Wissensmanagement umfasst in seiner allgemeinsten Form alle notwendigen Maßnahmen zur Etablierung einer Kultur im Umgang mit Wissen in einer Unternehmung. In betriebswirtschaftlichen Publikationen (z. B. [1], [2]) wird darunter zunächst ein Führungsstil verstanden, der zwar auch soziale Aspekte einschließt, sich aber vor allem mit der Aufdeckung und Nutzbarmachung von Erfahrungswissen befasst, das ansonsten als nicht ausreichend genutztes Potential in den Köpfen der Mitarbeiter existiert. Im Bereich der künstlichen Intelligenz beschäftigt man sich im Rahmen der Erforschung solcher *Organizational Memories* [3] vor allem mit Problematiken des Knowledge Engineerings, also Fragen der Erfassung, Ablage, Wartung und Retrieval von Wissen. Im *Experience Factory* Ansatz [4] wird eine eigene organisatorische Einheit zur Verwaltung von Erfahrungswissen vorgeschlagen, das in einer Erfahrungsdatenbank (EDB) zentral gesammelt werden soll.

In den bisher publizierten Ansätzen zur Nutzung einer Erfahrungsdatenbank (z. B. [12], [17]) wird diese jedoch als passives Repository gesehen, das über ein zentrales Portal dem Benutzer die Navigation zu dem für ihn relevanten Teil sowie die Spezifikation der Suchanfragen überlässt. Die dabei eingesetzten Suchverfahren reichen von manueller Navigation und Entscheidungsbäumen [14] bis hin zur Suche auf strukturierten Wisseneinheiten. Zu letzteren sind SQL-basierte [17], ähnlichkeitsbasierte

[12] sowie ontologie-basierte Ansätze [6] zu zählen. Insbesondere der ontologie-basierte Ansatz passt gut zu modernen Methodologien zur Konstruktion von Wissenbasen (z. B. [5]), die diesen Prozess mehr als Modellierungsprozess statt als Transferprozess verstehen. Ontologien dienen dabei als konzeptionelles Modell zur Beschreibung von Wissen und sind somit für die Suche bereits vorhanden. Die Wisseneinheiten selbst können dabei in strukturierten Dokumenten oder Datenbanken abgelegt sein. In [8] sind dies XML Dokumente. Die Ontologie ist in F-Logic, einer an die Framelogik angelehnten Beschreibungssprache, niedergeschrieben.

Empirische Studien (z. B. [16]) in Unternehmen haben gezeigt, dass einer der maßgeblichen Hinderungsgründe für die Wiederverwendung von in Wissensbasen abgelegten Erfahrungen das Problem ist, in der jeweiligen Situation zu wissen, welche jeweils wiederverwendbaren Erfahrungen vorhanden sind. Die hiermit geforderte proaktive Unterstützung lässt sich durch die Integration von Techniken des Wissens- und Prozessmanagements erreichen, wie sie z. B. in [6] und [7] vorgeschlagen wird. Insbesondere stellen die Beschreibungen von Prozessen (Prozessmodelle) selbst ontologisches Wissen dar, das als Kontext für andere Aktivitäten dient, in denen mit Wissen umgegangen wird.

In [15] wird eine aufgabenspezifische, pro-aktive Suche für den Spezialfall des fallbasierten Retrievals im Rahmen eines Designprozesses vorgestellt. Die dort beschriebene Anwendung integriert eine fallbasierte Suche mit einer Schlüsselwortsuche in Online-Dokumenten und erlaubt nachfolgenden Aufgaben den automatischen Zugriff auf Informationen über vorangegangene Aufgaben, insbesondere auf die dort in Betracht gezogenen früheren Fälle. Die einzelnen auszuführenden Aufgaben sowie die jeweils in ihrem Kontext durchzuführende Informationssuche lassen sich jedoch nicht explizit modellieren. Ein erforderliches allgemeines ähnlichkeitsbasiertes Dokumenten-Retrieval fehlt bisher noch weitgehend.

In [11] ist beschrieben, wie die Lösung des *Capability Matching* Problem bei Workflow-Management-Systemen durch die Integration verschiedener Wissensquellen, welche die Organisationsstruktur, die Fähigkeiten und die Autoritäten von Agenten beschreiben, unterstützt werden kann. Die Organisationsstruktur der Unternehmung ist dabei in einer standardisierten Ontologie [9] modelliert, Autoritäten hingegen mit Hilfe der in [10] vorgeschlagenen Logik beschrieben, deren Nutzen bereits in vielen CSCW- (Computer Supported Cooperative Work-) Systemen gezeigt wurde. Auch hier ist die Unterstützung nicht flexibel sondern speziell für o. g. Problemstellung konzipiert.

Kommerzielle Workflow-Management-Systeme (z. B. TeamWare Flow [http://teamware.fujitsu.com.au/teamware/Products/]) unterstützen den Aufruf externer Applikationen mittels Skriptsprachen (z. B. TCL). Hierdurch ließe sich prinzipiell auch eine Informationssuche starten; eine Strukturierung mehrerer solcher Skripte anhand unterschiedlicher Informationsbedürfnisse ist hierdurch jedoch nicht möglich. Zudem könnte durch einen solchen Ansatz nur die Informationssuche während der Ausführung eines Projektplanes, nicht aber während des Planungsprozesses unterstützt werden.

[1] I. Nonaka, H. Takeuchi: *The Knowledge Creating Company*, Oxford University Press, 1995

[2] P. Senge: *The Fifth Discipline Fieldbook: Strategies and Tools for Building a Learning Organization*, Doubleday, 1995

[3] A. Abecker, A. Bernardi, K. Hinkelmann, O. Kühn, M. Sintek: *Toward a Technology for Organizational Memories*, IEEE Intelligent Systems, 13(3), May/June 1998

[4] V. R. Basili, G. Caldiera, H. D. Rombach: *Experience Factory*, Encyclopedia of Software Engineering (J. J. Marciniak, ed.), vol. 1, John Wiley Sons, 1994

[5] R. Studer, D. Fensel, S. Decker, V.R. Benjamins: *Knowledge Engineering: Survey and Future Directions*, F. Puppe (ed.): Knowledge-based Systems: Survey and Future Directions, Proceeding of the 5th German Conf. on Knowledge-based Systems, Wuerzburg, March 1999, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), vol. 1570, Springer-Verlag, 1999

[6] H. Schnurr, S. Staab, R. Studer: *Ontology-based Process Support*, Workshop on Exploring Synergies of Knowledge Management and Case-Based Reasoning (AAAI-99). Technical Report, Menlo Park: AAAI.

[7] S. Staab, H. Schnurr: *Knowledge and Business Processes: Approaching an Integration*, OM '99 - Proceedings of the international Workshop on Knowledge Management and Organizational Memory (IJCAI-99). Stockholm, Sweden, 1999

[8] M. Erdmann, R. Studer: *Ontologies as Conceptual Models for XML Documents*, Proceedings of the 12th Workshop for Knowledge Acquisition, Modeling and management (KAW'99), Banff, Canada, October 1999

[9] M. Uschold, M. King, S. Moralee, Y. Zorgios: *The Enterprise Ontology*, The Knowledge Engineering Review, Vol. 13, 1998

[10] R. Wieringa, J. Meyer: *Applications of Deontic Logic in Computer Science: A Concise Overview*, Deontic Logic in Computer Science, eds R. Wieringa, J. Meyer, Wiley, 1993

[11] P. Jarvis, J. Stader, A. Macintosh, J. Moore, P. Chung: *What Right Do You Have to Do That? Infusing Adaptive Workflow Technology with Knowledge about the Organisational and Authority Context of a Task*, Proceedings of First International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS-99), Setubal, Portugal, March 1999

[12] K.-D. Althoff, A.. Birk, S. Hartkopf, W. Mueller, M. Nick, D. Surmann, C. Tautz: *Managing Software Engineering Experience for Comprehensive Reuse*, 11th Int. Conf. on Software Engineering & Knowledge Engineering, 1999, ISBN 1-891706-01-2

[13] S. Henninger: *Tools Supporting the Creation and Evolution of Software Development Knowledge*, Twelvth International Conference on Automated Software Engineering, Lake Tahoe, NV, Nov., 1997, pp. 48-53.

[14] S. Henninger: *An Environment for Reusing Software Processes*, Fifth International Conference on Software Reuse, Victoria, British Columbia, Canada, 1998, pp. 103 - 112.

[15] D. Leake, L. Birnbaum, K. Hammond, C. Marlow, H. Yang: *Task-Based Knowledge Management*, Workshop on Exploring Synergies of Knowledge Management and Case-Based Reasoning (AAAI-99). Technical Report, Menlo Park: AAAI.

[16] S. Mahe, C. Rieu: *Toward a Pull-Approach of KM for Improving Enterprise Flexibility Responsiveness: A Necessary First Step for Introducing Knowledge Management in Small and Medium Enterprises*. In: Proceeding of the International Symposium on Management of Industrial and Corporate Knowledge (ISMICK ’97), Compiegne, 1997.

[17] R. Webby, C. Seaman, M. Mendonca, V. Basili, Y. Kim: *Implementing an Internet-Enabled Software Experience Factory: Work in Progress*, Web proc. of the 2nd Workshop on "SE over the Internet" held at ICSE-99, http://sern.ucalgary.ca/~maurer/ICSE99WS/Submissions/Webby/Webby.html.

3.4 Eigene Vorarbeiten

Hier wird auf den Ergebnisbericht des Teilprojekts A2 bzw. auf [22] verwiesen. Im folgenden soll lediglich auf für die neuen Aspekte relevante Vorarbeiten eingegangen werden.

Das Wiederfinden von Wissen unter Berücksichtigung der Relevanz für eine gegebene Aufgabe ist eine grundlegende Problematik beim prozessorientierten Wissensmanagement. Hierfür stellen Techniken des fallbasierten Schließens (CBR) einen möglichen Ansatz dar und wurden in der Arbeitsgruppe von Professor Richter ausgiebig erforscht ([19], [20]). In dem Projekt INRECA II, einem EU Projekt (Partner war hier u. a. die Universität Kaiserslautern, AG Richter), wurden die Methoden des Software Engineerings, wie sie auch Gegenstand des SFB 501 sind, auf die industrielle Entwicklung von CBR Systemen (im Wesentlichen aus dem Helpdesk Bereich) angewandt. Die entstandene Methodologie ist in [18] publiziert.

Die Konzeption von Assistenzsystemen zum Zweck der wissensbasierten Unterstützung wurde bereits im Rahmen des Projekts *Intelligenter Bebauungsplan*, einem interdisziplinären Kooperationsprojekt, dem auch die Arbeitsgruppe von Professor Richter angehörte, behandelt (siehe [21]).

Ansätze, die sich speziell mit der Integration von Prozess- und Knowledge Management für Software-Entwicklungsprozesse befassen, wurden in [23] und [24] beschrieben. Diese Publikationen zeigen das Potential des Konzepts der taskzentrierten Modellierung von Prozessen, das auch MILOS zugrundeliegt, zur Unterstützung wissensintensiver Tätigkeiten.

[18] R. Bergmann, S. Breen, M. Göker, M. Manago, S. Wess: *Developing Industrial Case-Based Reasoning Applications: The INRECA Methodology,* Lecture Notes in Artificial Intelligence, State-of-the-Art-Survey, LNAI 1612, Springer Verlag, 1999

[19] M. M. Richter, K.-D. Althoff : *Similarity and Utility in Non-Numerical Domains*, Mathematische Methoden der Wirtschaftswissenschaften, Physika-Verlag, pp. 403 – 413, 1999

[20] K.-D. Althoff, W. Wilke: Potential Uses of Case-Based Reasoning in Experience Based Construction of Software Systems and Business Process Support, R. Bergmann & W. Wilke (eds.), Proc. of the Fifth German Workshop on Case-Based Reasoning, 31-38, 1997

[21] G. Pews: *Flexible Unterstützung für Entwurfsprozesse im Kontext von Verwaltungsaufgaben*, Dissertation, Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, Juli 1999

[22] F. Maurer, B. Dellen, F. Bendeck, S. Goldmann, H. Holz, B. Kötting, M. Schaaf: Merging project planning and web-enabled dynamic workflow for software development, *IEEE Internet Computing, Special Issue on Internet-Based Workflow, May/June 2000 (to appear)*

[23] F. Maurer, H. Holz: *Process-Centered Knowledge Organization for Software Engineering*, Aha, D.W.,& Munoz Avila, H. (Eds.): Exploring Synergies of Knowledge Management and Case-Based Reasoning: A 1999 AAAI Workshop (Working Notes). (Technical Report AIC-99-008). Washington, DC: Naval Research Laboratory, Navy Center for Applied Research in Artificial Intelligence, 1999

[24] F. Maurer, H. Holz: *Process-Oriented Knowledge Management For Learning Software Organizations*, Proceedings of the 12th Knowledge Acquisition Workshop (KAW '99), Banff, Canada, 1999

3.5 Ziele, Methoden, Arbeitsprogramm und Zeitplan

3.5.1 Ziele und Methoden

Generell beinhalten Software-Entwicklungsprozesse in hohem Grad kreative Aktivitäten, sind nicht-deterministisch, nebenläufig, verteilt und unterliegen oft Änderungen, die eine detaillierte Vorplanung erschweren. Während der Projektdurchführung, d. h. nach Ende der Vorplanung, erfordern Planabweichungen (z. B. wegen Krankheit oder nicht erreichter Qualität) Reaktionen durch das Projektmanagement, wobei eventuell zuvor gemachte Erfahrungen zur Entscheidungsfindung herangezogen werden sollten. Dadurch ergeben sich neue Anforderungen an eine umfassende Unterstützung der Wiederverwendung für ein Software-Entwicklungsprojekt. Die bisher im SFB betriebene Wiederverwendung von Erfahrungen fand überwiegend offline während der Vorplanung statt (siehe Abbildung 1). In der nächsten Förderungsperiode soll Wiederverwendung darüberhinaus online, d. h. während der Abwicklung von Projekten unterstützt werden.

Die zielgerichtete Reaktion bei Abweichungen vom Projektplan und dessen situationsspezifische Verfeinerung verlangen zu ihrer sachgerechten Ausführung erhebliches Wissen (Erfahrungen, domänenspezifisches Hintergrundwissen etc.). Dieses Wissen muss zunächst einmal identifiziert und, falls nicht schon grundsätzlich vorhanden, erworben werden. Es soll dann den richtigen Personen bzw. Stellen zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung gestellt werden. Wesentlich ist hierbei, dass dies systematisch geschieht und insbesondere einmal erhobenes Wissen auch geeignet wiederverwendet wird.

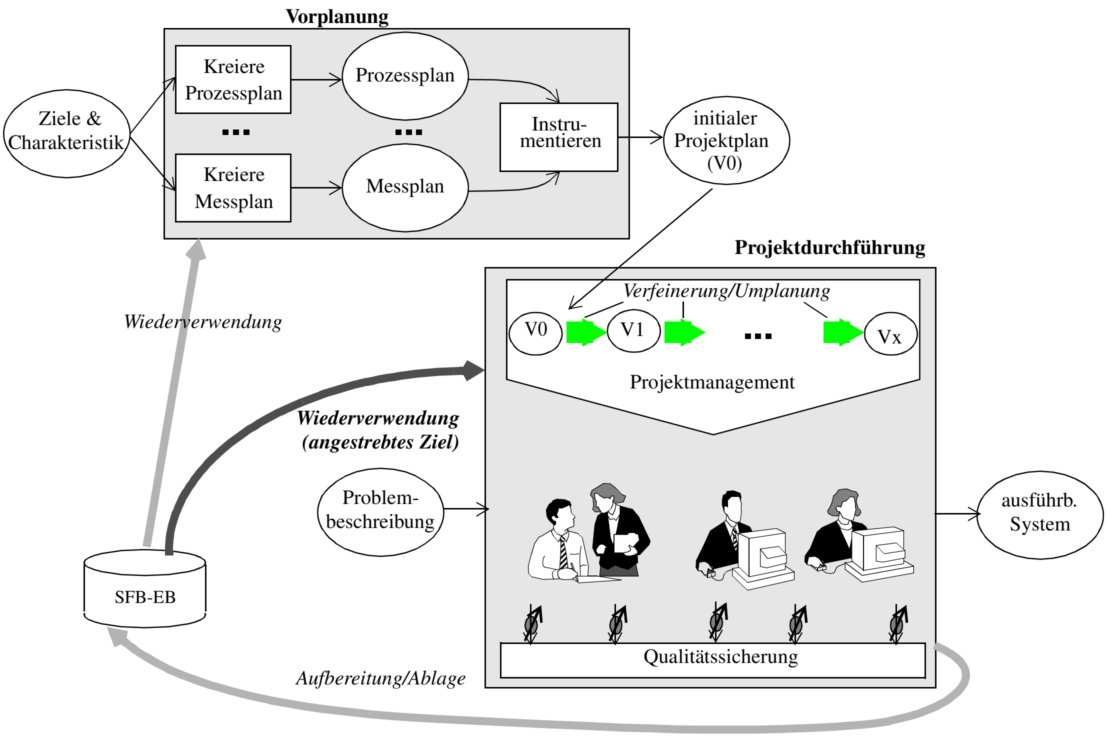


Abbildung 1: Wiederverwendung bei Vorplanung und Umplanung während Projektausführung

Ziel des Teilprojekts A2 in dieser Förderungsperiode ist somit aufbauend auf den Ergebnissen der ersten Förderungsperiode die wissensbasierte Assistenz zur Entscheidungsfindung. Zur Erreichung dieses Ziels sollen Techniken des Wissensmanagements zur umfassenden Unterstützung der Wiederverwendung von Erfahrungen sowie Verwaltung von domänenspezifischem und situativem Wissen in MILOS integriert werden. Erfahrungen sind hierbei Pläne, Modelle und Traces vergangener Projekte, die in bewerteter (geeignet annotierter) Form durch die SFB-EB zugreifbar sind. Es sollen aber auch andere Wissensquellen, wie bereits vorhandene Datenbanken und Dokumenten-Management-Systeme etc. einbezogen werden, die zur Entscheidungsunterstützung auf Basis des aktuellen Projektzustands relevante Informationen beinhalten. Ein besonderer Schwerpunkt des Wissensmanagements soll auf dessen Fähigkeit liegen, nicht nur auf Benutzerintervention zu reagieren, sondern pro-aktiv Vorschläge zur Entscheidungsfindung anzubieten.

Um dies zu ermöglichen, muss auf Ereignisse, die potentiell ein Eingreifen des Projektmanagements erfordern, auch von Seiten des Wissensmanagementsystems reagiert werden. Die Benachrichtigung über den Eintritt eines solchen Ereignisses soll zunächst durch Ankopplung der im Rahmen des Teilprojekts B2 in der vergangenen Förderungsperiode entwickelten Änderungsmanagement-Komponente erfolgen. Im weiteren Projektverlauf ist dann geplant, den in Teilprojekt B1 zu entwickelnden Prozessleitstand hinzuzuziehen, der eine ständige Bewertung des Projektzustands vornimmt und somit über ein breites Spektrum an Ereignissen (z. B. Nichteinhalten von Prozessqualität) Aufschluss gibt. Als Reaktion auf diese Ereignisse soll das zu realisierende Wissensmanagement auf der Basis zuvor modellierter und klassifizierter Informationsbedürfnisse relevante Fragen aufwerfen und daraus Vorschläge zur Entscheidungsfindung aus den vorhandenen Erfahrungen ermitteln. Ergebnisse sollen verantwortlichen Benutzern (z. B. Projektmanagern), welche letztendlich zielgerichtet auf entsprechende Ereignisse reagieren müssen, in pro-aktiver Weise zur Verfügung gestellt werden. Der hierbei erwartete Nutzen ist:

- Das Projektmanagement bekommt einen schnelleren Überblick über entscheidungsrelevante Informationen zur zielgerichteten Reaktion auf Ereignisse.
- Vorhandene Erfahrungen haben bessere Chancen, im Entscheidungsprozess berücksichtigt zu werden.
- Zuvor gemachte Bewertungen von Wissen können den aktuellen Umständen angepasst werden.

Das resultierende MILOS System soll dem SFB als Service zur Verfügung gestellt werden, um dessen Nützlichkeit im Rahmen von Experimenten im SE-Labor zu demonstrieren. Hiermit einhergehend soll die Weiterentwicklung und Anpassung der bisher realisierten Konzepte von MILOS erfolgen. Es folgt eine kurze Übersicht der resultierenden Arbeitspakete.

Konzeption eines Wissensmanagement-Systems

Für die angestrebte Realisierung des Wissensmanagements in MILOS sind die folgenden wissenschaftlichen Fragen von Interesse: (a) Wie kann der Projektzustand bei

Entscheidungen während der Projektausführung zum Auffinden relevanten Wissens berücksichtigt werden? (b) Wie können Informationsbedürfnisse modelliert werden, die dem Wissensmanagement eine pro-aktive Arbeitsweise ermöglichen? (c) Wie können Aktivitäten zur Pflege der Wissensquellen und der modellierten Informationsbedürfnisse in den abzuwickelnden Prozess integriert werden? (d) Inwiefern können Ontologien, Terminologien und Thesauri das Wissen strukturieren und somit dem Wissensmanagement zu mehr Nutzen verhelfen?

Da Entscheidungen letztendlich immer vom zuständigen Benutzer zu treffen sind und nicht für Inferenzen verwendet werden, sollen zur Lösung genannter Fragen Assistenzprozesse spezifiziert werden, welche Retrieval, Pflege und Wartung von Wissen unterstützen und ihrerseits selbst ereignisgesteuert durch MILOS abgearbeitet werden. Hierdurch ist es möglich, auch komplexe Prozesse des Wissensmanagements, die den Eingriff des Benutzers erfordern, flexibel zu gestalten und zu dokumentieren. Der gesamte Prozess kann somit als Kooperationsprozess von Wissen- und Projektmanagement aufgefasst werden.

Integration heterogener Wissensquellen

Das zugrundeliegende Wissen soll schwerpunktmäßig aus der in Teilprojekt A1 entwickelten und in Teilprojekt A3 implementierten Erfahrungsdatenbank (SFB-EB) stammen sowie auch andere Wissensquellen (z. B. existierende Ressourcen, Dokumenten- bzw. Data-Management-Systeme) umfassen können. Das begriffliche Hintergrundwissen über Inhalte der Wissensquellen ist für die hier intendierten Zwecke noch nicht zusammenhängend dargestellt und soll daher in Form von Ontologien, Terminologien und Thesauri im Rahmen dieses Teilprojekts erfolgen.

Die hiermit angestrebte Form der Assistenz soll als Prozess des Wissensmanagements ebenfalls durch MILOS abgewickelt werden. Hierzu sollen vorab für jede Aktivität Agenten zur Informationssuche definiert werden können. Während der Projektdurchführung stehen die Suchergebnisse somit den jeweiligen Bearbeitern einer Aufgabe unmittelbar zur Verfügung bzw. führen zu einer Benachrichtigung über ihr Vorhandensein. Durch diese enge Verzahnung des Zugriffs auf die Wissensquellen in den Prozessablauf wird eine situationsspezifische Behandlung erst möglich.

Unterstützung bei der Anpassung der Messinstrumentierung auf den laufenden Entwicklungsprozess

Basierend auf den im zuvor genannten Arbeitsschwerpunkt zu entwickelnden Grundlagen soll ein konkreter Assistenzprozess spezifiziert und integriert werden, der den Benutzer bei der Anpassung der Messinstrumentierung unterstützt. Diese Anpassung ist zur Erhaltung der Konsistenz zwischen Projekt- und Messplan notwendig und muss zusammen mit Planänderungen bzw. -verfeinerungen vorgenommen werden. Ziel dieses Arbeitsschwerpunktes ist, die Nützlichkeit der Berücksichtigung ontologischen und terminologischen Wissens sowie die pro-aktive Vorgehensweise in Verbindung mit Erfahrungswissen exemplarisch anhand eines hochgradig wissensintensiven Prozesses zu demonstrieren. Ergebnis dieses Arbeitsschwerpunkts soll eine deutliche

Steigerung der Berücksichtigung von Wiederverwendungs-Artefakten (z.B. Messpläne) sein, die im Rahmen kontrollierter Experimente im SE Labor zu ermitteln ist.

Bereitstellung bewerteter Projektzustände

Die Verfeinerung des Projektplans während der Projektausführung und die zielgerichtete Reaktion auf Abweichungen von Projektzielen bedarf einer systematischen Kontrolle. Der in Teilprojekt B1 zu entwickelnde Prozessleitstand visualisiert den aktuellen Projektzustand und interpretiert Messdaten unter Zuhilfenahme von Vergleichswerten aus vergangenen Projekten. Somit stehen für die Qualitätssicherung sowie das Projektmanagement aufbereitete und teilweise interpretierte Informationen bereit, die als Grundlage für Entscheidungen genutzt werden können. Hierdurch wird eine Verbesserung der Sichtbarkeit des Projektzustands erreicht, auf deren Basis Vorschläge zur zielgerichteten Reaktion durch das Projektmanagement generiert werden können. Dadurch kann folgendes erreicht werden: (a) Verbesserung der Entscheidungsgrundlage für Umplanungen; es stehen zusätzlich zu der allgemeinen Projektcharakterisierung detailliertere Informationen bereit, mit deren Hilfe Ursachen für Planabweichungen beziehungsweise für die Nichteinhaltung von Qualitätszielen erkannt werden können. (b) Erlangung einer größeren Übereinstimmung zwischen Projektplan und realem Entwicklungsprozess durch frühzeitige Detektion von Abweichungen und kritischen Projektzuständen. (c) Verstärkung der Projektkontrolle. (d) Verbesserte Wiederverwendung von Erfahrungswissen während der Projektausführung durch genauere Kenntnis des Wiederverwendungskontexts.

Der Prozessleitstand stellt damit ein geeignetes Werkzeug dar, die Wiederverwendung unter Berücksichtigung des Projektzustands zu unterstützen und hilft darüberhinaus dem Projektmanagement und der Qualitätssicherung bei der Projektkontrolle und -steuerung. Er soll aus diesen Günden an MILOS angebunden werden.

3.5.2 Arbeitsprogramm

Arbeitsschwerpunkt A: Grundlagen zur Integration von Methoden des Wissensmanagements und MILOS

In diesem Arbeitsschwerpunkt sollen Grundlagen als Basis für Wissensmanagement in MILOS erforscht werden. Hierzu zählen Konzepte bzgl. der Modellierung von Informationsbedürfnissen, der zielgerichteten Reaktion auf Ereignisse von Seiten des Wissensmanagements, der Strukturierung von Wissen mit Hilfe von Ontologien, Terminologien und Thesauri. Ausserdem ist eine Architektur zur Einbettung autonomer Computeragenten zu entwerfen, welche die technische Basis für die geplante proaktive Unterstützung in Form von Assistenten darstellt.

Arbeitspaket A1: Identifikation und Klassifikation von Informationsbedürfnissen

Die Analyse der bisherigen Planung und Umplanung von Team-Entwicklungsprozessen im Hinblick auf den Informationsbedarf (z. B. Wissen über den aktuellen Stand von Ressourcen wie Fachkompetenzen von Mitarbeitern oder Wissen über Gebäude-

automation) ist eine wichtige Vorarbeit und soll im Rahmen dieses Arbeitspakets vorgenommen werden. Das Ergebnis dieser Analyse soll als Basis für die Modellierung von Informationsbedürfnissen herangezogen werden, die in Zusammenarbeit mit anderen Teilprojekten, vor allem Teilprojekt B2, geeignet kategorisiert werden. Kategorisieren bedeutet in diesem Zusammenhang einen Bezug zwischen den Informationsbedürfnissen und dem Projektzustand herzustellen, in dem sie relevant sind. Die Informationsbedürfnisse bilden die Grundlage der pro-aktiven Unterstützung des Wissensmanagements.
Personalbedarf: 9 PM

Arbeitspaket A2: Verwaltung von Abhängigkeiten der Informationsbeschaffung

In diesem Arbeitspaket sollen unter Einbezug anderer Teilprojekte (z. B. Teilprojekt B2) Methoden und Techniken entwickelt werden, Benutzer pro-aktiv über Möglichkeiten zur Entscheidungsverbesserung informieren zu können. Hierzu ist es einerseits notwendig, aus den modellierten Informationsbedürfnissen geeignete Fragen zu generieren, andererseits entsprechende Triggerbedingungen spezifizieren zu können, die einen Wissensmanagementprozess (Assistenzprozess zur Beantwortung von Fragen, Behebung von Inkonsistenzen etc.) anstoßen. Z. B. könnte eine Änderung am Bestand der Ressourcen (Resourcepool) zuvor gelieferte Resultate von Suchanfragen ungültig machen und für bereits auf Basis dieser Resultate getroffene Entscheidungen von Bedeutung sein. Des weiteren sollen Mechanismen zur Verwaltung von Informationswünschen im Fall einer sich ändernder Informationslage zur Verfügung gestellt werden. Durch eine zu realisierende automatische Überwachung der Resultate von Suchanfragen kann z. B. eine automatische Benachrichtigung erfolgen, wenn geeignetere Resultate vorliegen.
Personalbedarf: 8 PM

Arbeitspaket A3: Spezifikation von Ontologien und Aufbau von Thesauri

Domänenspezifische Ontologien, Terminologien und Thesauri ermöglichen unter Berücksichtigung von Inferenzschritten (z. B. mittels Spezialisierungsrelation) zum einen die Suche in heterogenen Wissensquellen sowie die anschließende Verarbeitung der Ergebnisse. Zum anderen lassen sich hierüber im Falle zunächst erfolgloser Suchanfragen geeignete Umformulierungen der Fragestellung extrahieren. In diesem Arbeitspaket sollen zunächst Anforderungen an die Formalisierungssprache untersucht werden, auf deren Basis umfangreiche unternehmens- und domänenspezifische Ontologien erstellt werden können. Dies soll unter Berücksichtigung der Integration mit Techniken des fallbasierten Schließens geschehen, welche bereits von der SFB-EB angeboten werden.

Da das begriffliche Wissen über die SE-Domäne im allgemeinen und die SFB-Anwendungsdomäne (Gebäudeautomation) im besonderen noch nicht vollständig dargestellt ist, sind hier die von den Teams durchgeführten SE-Prozesse sowie das im SFB entwickelte Domänenmodell für die Gebäudeautomation zu analysieren und zu

konzeptualisieren, sowie Strategien zu deren Verwaltung und Anpassung zu entwerfen.
Personalbedarf: 6 PM

Arbeitspaket A4: Entwicklung eines Agenten-Frameworks zur Informationssuche

In diesem Arbeitspaket soll ein Agenten-Framework in MILOS integriert werden, das die Entwicklung von autonomen Computeragenten zur flexiblen Informationssuche in heterogenen Wissensquellen auf Basis der erstellten Ontologien erlaubt. Es werden beispielhaft Agenten entwickelt, die auf vorhandene Wissensquellen zugreifen und eine situationsspezifische Suche nach relevanten Planungs- bzw. Ausführungsinformationen durchführen. Hierzu gehört auch der Zugriff auf frühere Projektabläufe (Traces), für den in Zusammenarbeit mit dem Teilprojekt B2 geeignete Repräsentationstechniken für Projektereignis- und Entscheidungsketten sowie begriffliche Indexierungsschemata entwickelt werden.
Personalbedarf: 24 PM

Arbeitsschwerpunkt B: Unterstützung der Anpassung der Messinstrumentierung bei Umplanung

Dieser Arbeitsschwerpunkt soll exemplarisch eine Verfeinerung der in Arbeitsschwerpunkt A zu erarbeitenden Konzepte behandeln, um einerseits deren Nützlichkeit zu demonstrieren und andererseits Methodiken der Spezifikation komplexer Assistenzprozesse für das Projektmanagement aufzuzeigen. Er definiert die Schnittstelle zum Prozessleitstand, der einerseits für die Interpretation von Messergebnissen zuständig ist, andererseits konzeptionelles Wissen über Qualitätsmodelle als Hintergrundwissen für Messpläne zur Verfügung stellt.

Arbeitspaket B1: Identifikation einer Methodik zur Assistenz und Pflege des Hintergrundwissens

Da die Anpassung der Messinstrumentierung über ein einstufiges kontextbasiertes Retrieval hinausgeht und des weiteren die Einbindung des Benutzers in den Entscheidungsprozess notwendig ist, soll in diesem Arbeitspaket zunächst eine sinnvolle Methodik bei der Assistenz und Verwendung von Erfahrungswissen speziell für diese Problematik in Zusammenarbeit mit den Teilprojekten B1 und B2 ermittelt werden. Diese Methodik stellt in Verbindung mit dem vom Prozessleitstand zur Verfügung gestellten konzeptionellen Wissen über Messinstrumentierung in Form von Qualitätsmodellen und Wissen über deren Anwendung eine Ontologie für das zu erstellende Assistenzsystem dar.
Personalbedarf: 8 PM

Arbeitspaket B2: Modellierung des Assistenzprozesses in MILOS

Die Akzeptanz von Computerassistenten durch den Benutzer hängt u. a. davon ab, in wie weit Benutzervorgehen und Assistenz übereinstimmen. Da diese notwendige Eigenschaft bei fest vorgegebenem Assistentenverhalten nicht für jeden Benutzer

garantiert werden kann, bietet sich eine Modellierung und Ausführung des Assistenzsystems als (Meta-)Prozess an, um die von MILOS zur Verfügung gestellte Möglichkeit der Umplanung während der Ausführung auch auf das Assistenzsystem zu übertragen und somit die nötige Flexibilität zu erreichen. Das Resultat ist eine ineinander verzahnte Ausführung des Metaprozesses der Planung und des Wissensmanagementprozesses zur Assistenz. Diese Vorgehensweise verspricht des weiteren, Merkmale, die sich aus der verteilten Planung bzw. Ausführung ergeben, wie Einschränkung des Zugriffs auf Wissensquellen etc., zu integrieren.
Personalbedarf: 4 PM

Arbeitspaket B3: Integration notwendiger Schritte zur Pflege von Ontologien in den Assistenzprozess

Die in Arbeitspaket B2 beschriebene Vorgehensweise erfordert eine ständige Pflege von Hintergrundwissen (Ontologien), z. B. in Form von Prozessmodellen des Assistenzsystems. Des weiteren soll auch die Integration neuer Qualitätsmodelle bzw. Wissen über deren Anwendung möglich sein. Die hierfür notwendigen elementaren Schritte, wie Konsistenzchecks, Neudefinition und Revision von Konzepten etc., sollen im Rahmen dieses Arbeitspakets ebenfalls identifiziert und in das Prozessmodell des Assistenzsystems aufgenommen werden.
Personalbedarf: 8 PM

Arbeitspaket B4: Entwicklung von Agenten zur (teil-) automatischen Abarbeitung des Assistenzprozesses

Die Modellierung des Assistenzprozesses zur Anpassung der Messinstrumentierung als MILOS Metaprozess stellt eine Möglichkeit der Dokumentation dar. Weiterhin lässt sie die Möglichkeit einer genauen und flexiblen Spezifikation des Zusammenspiels von Mensch und Maschine, indem einzelne Tasks wahlweise Personen oder Computeragenten zugeordnet werden können. In diesem Arbeitspaket sollen Agenten zur Abwicklung in Arbeitspaket B2 spezifizierter Prozesse entworfen werden, die auf Basis des in Arbeitspaket A4 zu konzipierenden Agenten-Frameworks einzelne Tasks ausführen (Retrieval, Konsistenzchecks etc.) und somit die erwünschte Computerassistenz während der Umplanung realisieren.
Personalbedarf: 13 PM

Arbeitsschwerpunkt C: Technische Anbindung des Prozessleitstands

In diesem Arbeitsschwerpunkt soll der in Teilprojekt B1 zu entwickelnde Prozessleitstand in das MILOS-System integriert werden. Um eine solche Integration zu gewährleisten, sind im MILOS-System die technischen Voraussetzungen zu schaffen, die sowohl die Messinstrumentierung als auch die Umplanungsunterstützung (insbesondere die Präsentation und Weiterverarbeitung von entscheidungsrelevanten Informationen) betreffen. Zusätzlich ist auf Basis der in MILOS zu entwickelnden Methodik des Wissensmanagements die explizite Verwaltung von Qualitätsmodellen vorgesehen. Diese stellen notwendiges Hintergrundwissen für den Prozessleitstand dar.

Arbeitspaket C1: Voraussetzungen für den Prozessleitstand

Gemäß der Konstrukte der MILOS-Sprache können Produkte, Prozesse und Ressourcen zum Zwecke der Messdatenerfassung attributiert werden. Die Ausführungsmaschine soll demgemäß Mechanismen beinhalten, um diese Messdaten manuell, semiautomatisch bzw. vollautomatisch zu erfassen und auf geeignete Weise bereitzustellen, so dass einerseits die Projektsteuerung (insbesondere das Weiterschalten des Projektzustands) als auch der Prozessleitstand hierauf zugreifen können. Die Erfassung der Messdaten kann durch die Anbindung von Messwerkzeugen an MILOS zusätzlich unterstützt werden.
Personalbedarf: 19 PM

Arbeitspaket C2: Einbindung von Qualitätsmodellen

Qualitätsmodelle repräsentieren Erfahrungswissen bzgl. relevanter Qualitätseigenschaften von Projekten, Prozessen, Produkten und Ressourcen. Sie werden im Rahmen von Fallstudien und kontrollierten Experimenten gewonnen, von Teilprojekt B1 aufbereitet und über die SFB-EB zur Verfügung gestellt. Die technische Integration von Qualitätsmodellen in MILOS erfordert eine Erweiterung der Prozessnotation sowie die Abstimmung auf Formalisierungstechniken des Wissensmanagements.
Personalbedarf: 9 PM

Arbeitspaket C3: Visualisierung der Messdaten

Die durch die Interpretation der Messdaten gewonnen Informationen müssen dem Planer adäquat zur Verfügung gestellt werden. Dies erfordert die Implementierung eines Planungsfensters für den Projektmanager, in dem die entscheidungsrelevanten Informationen bzgl. Umplanungen oder Auswahl von Wiederverwendungsartefakten präsentiert werden.
Personalbedarf: 4 PM

Arbeitsschwerpunkt D: Evaluierung entwickelter Techniken und Werkzeuge

In diesem Arbeitsschwerpunkt sollen die neu hinzugekommenen Komponenten von MILOS im Rahmen von Fallstudien und formalen Experimenten erprobt werden. Zu untersuchende Hypothesen betreffen insbesondere die Reduktion des Aufwands und die Bedienbarkeit. Bei der Evaluierung wird die vom Teilprojekt B1 bereitgestellte Experimentiermethodik angewendet.

Arbeitspaket D1: Integration ins Software-Engineering-Labor

Im Rahmen des Arbeitspakets D1 soll MILOS in Zusammenarbeit mit Teilprojekt A1 im SE-Labor zur Verfügung gestellt werden. Hierdurch werden andere Teilprojekte in die Lage versetzt, ihre Software-Entwicklungen mit Hilfe von MILOS durchzuführen. Dies bedarf der Schulung der Mitarbeiter der anderen Teilprojekte über die Konzepte und Benutzung von MILOS. Zusätzlich sollen im Rahmen dieses Arbeitspakets Anforderungen anderer Teilprojekte in MILOS umgesetzt werden.
Personalbedarf: 28 PM

Arbeitspaket D2: Durchführung von Fallstudien

Nachdem MILOS im SE-Labor zur Verfügung steht, sollen in diesem Arbeitspaket Fallstudien im Rahmen von Applikationsentwicklungen des SFB durchgeführt werden. Im Vordergrund der Fallstudien stehen die Anleitung von management- und technisch-orientierten Rollen, die Unterstützung von Umplanungsaktivitäten sowie die automatisierte Erfassung von Messdaten während der Projektausführung.
Personalbedarf: 9 PM

Arbeitspaket D3: Durchführung kontrollierter Experimente

In diesem Arbeitspaket werden experimentell Aspekte bezüglich des Nutzens der neu hinzugekommenen Elemente des Werkzeugs für management- und technisch-orientierte Rollen in kontrollierten Experimenten untersucht. Dabei sollen besonders die in dieser Förderperiode neu hinzukommenden Bestandteile von MILOS experimentell erprobt werden. Beispielsweise kann der Aufwand zur Umplanung der Messinstrumentierung untersucht werden, der durch die Änderung einer Anforderung verursacht wird. Eine mögliche Hypothese ist, dass sich mit Unterstützung des in diesem Teilprojekt entwickelten Werkzeugs dieser Aufwand signifikant gegenüber der Verwendung von MILOS ohne die neuen Komponenten reduziert .
Personalbedarf: 4 PM

3.5.3 Zeitplan

Personal	2001 1. H.J.	2001 2. H.J.	2002 1. H.J.	2002 2. H.J.	2003 1. H.J.	2003 2. H.J.
Grundausstattung						
Schmitt, S.(AG Richter)		B1	B1	B1		
				B2	B3	B3
	A4	A4	A4			
N.N. (AG Rombach)	C2	C2	C2			
			C1	C1	C1	A3
Ergänzungsausstattung						
Petersen, E. (AG Rombach)	A1	A1	A2	A2	C3	
	D1	D1	D1	D1	D1	D1
			D2	D2	D3	D3
Schaaf, M. (AG Richter)	A2	A2	A3	A3	B4	B4
	C1	A1	A1	A4	A4	
				B2	B3	B3
N.N., stud. Hilfskraft	C1	C1	C1	C1	C1	
					B4	B4
N.N. stud. Hilfskraft	D1	D1	D1	D1	D1	D1
					C3	
N.N. stud. Hilfskraft	C2	C2	C2			
	A4	A4	A4	A4	A4	A4

Im Zeitplan ist ein Aufwand von wenigstens 8 Std. / Woche für SFB-übergreifende Themenstellungen berücksichtigt, die jedes Teilprojekt zur Verfügung stellt. Diese Arbeiten werden in Teams organisiert und im Arbeitsbericht gesondert beschrieben.

3.6 Stellung innerhalb des Programms des Sonderforschungsbereichs

Das in der vergangenen Förderungsperiode erstellte Werkzeug MILOS wird durch die Integration mit Teilprojekt A1 ins SE-Labor allen anderen Teilbereichen für Ihre Software-Entwicklungen zur Verfügung gestellt.

Der im Teilprojekt B1 entwickelte Prozessleitstand wird an MILOS angebunden, um den Projektmanager bei der Ermittlung des Projektzustands zu unterstützen.

Zusammen mit Teilprojekt A1 und A3 wird die Anbindung von MILOS an die SFB-Erfahrungsdatenbank weitergeführt.

Teilprojekt B2 beschäftigt sich mit der Problematik der Meta-Modellierung von Planungsprozessen. Dort identifizierte Abhängigkeiten der Planung untereinander bzw. Maßnahmen zur Erhaltung der Plankonsistenz liefern interessante Hinweise für eine pro-aktive wissensbasierte Assistenz durch das Teilprojekt A2. Des weiteren kann Teilprojekt B2 bei der Formalisierung von Planungswissen (Konsistenzbedingungen etc.) und dessen Verwaltung durch Teilprojekt A2 unterstützt werden.

Die Evaluierung des Werkzeug-Prototypen erfolgt entsprechend der von Teilprojekt B1 definierten Experimentiermethodik.

Mit den Teilprojekten A1 und D1 ist eine Zusammenarbeit bei der Durchführung und Auswertung der Experimente aus Arbeitsschwerpunkt D vorgesehen.

3.7 Ergänzungsausstattung für das Teilprojekt

	Bewilligung 2000		2001			2002			2003		
	Verg.-Gr.	Anz.	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM
PK	BAT IIa	1	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800
			StdHkr	3	61.200	StdHkr	3	61.200	StdHkr	3	61.200
	zus.:	1	zus.:	5	270.000	zus.:	5	270.000	zus.:	5	270.000
SV			Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM
			(515)		-	(515)		-	(515)		-
			(522)		3.000	(522)		3.000	(522)		3.000
			zusammen		3.000	zusammen		3.000	zusammen		3.000
I			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.		
			-			-			-		

es bedeuten: PK: Personalbedarf und -kosten (Begründung vgl. 3.7.1)
SV: Sächliche Verwaltungsausgaben (Begründung vgl. 3.7.2)
I: Investitionen (Geräte über DM 20.000; Begründung vgl. 3.7.3)

3.7.1 Begründung des Personalbedarfs

	Name, akad. Grad, Dienststellung	engeres Fach des Mitarbeiters	Bezeichnung des Institutes oder der Hochschule	Anteil der aufgew. Gesamt-arbeitszeit (bera-tend: B)	im SFB tätig seit	derzeitige Einstufung und beantragte Ver-gütungs-gruppe
Grundausstattung 3.7.1.1 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Richter, M. M., Prof. Dr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	5-10	1.1.95	
	(2) Rombach, H. D., Prof. Dr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	5-10	1.1.95	
	(3) Schmitt, S., Dipl-Inform. (AG Richter)	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	20	1.1.01	
	(4) 1/2 N.N., Dipl-Inform. (AG Rombach)	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	10	1.1.01	
Ergänzungsausstattung 3.7.1.3 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Petersen, E., Dipl-Inform. (AG Rombach)	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	38,5	2.9.99	BAT IIa
	(2) Schaaf, M., Dipl-Inform. (AG Richter)	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	38,5	15.2.99	BAT IIa
	(3) N.N., StdHkr	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19	1.1.01	StdHkr
	(4) N.N., StdHkr	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19	1.1.01	StdHkr
	(5) N.N., StdHkr	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19	1.1.01	StdHkr
3.7.1.4 nichtwissenschaftl. Mitarbeiter						

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Grundausstattung

Der erste wissenschaftliche Mitarbeiter (AG Richter) identifiziert grundlegende Methodiken zur wissensbasierten Assistenz und beteiligt sich an deren Realisation auf Basis eines Agenten-Frameworks.

Der zweite wissenschaftliche Mitarbeiter (AG Rombach) bindet Qualitätsmodelle in MILOS ein und beteiligt sich an deren Formalisierung hinsichtlich der gewählten ontologischen Beschreibungssprache. Des weiteren wirkt er bei der Anbindung des Prozessleitstands mit.

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Ergänzungsausstattung

Die erste wissenschaftliche Mitarbeiterstelle (AG Rombach) erarbeitet konzeptionelle Grundlagen für Arbeitsschwerpunkt B. Des weiteren ist er verantwortlich für die Einführung des MILOS Systems in das SE-Labor und dessen systematische Evaluation.

Der zweite wissenschaftliche Mitarbeiter (AG Richter) führt die zentralen Arbeiten zur Integration von Methoden des Wissensmanagements und zur Unterstützung der Anpassung der Messinstrumentierung aus. Eine weitere Aufgabe ist die Sicherstellung der technischen Voraussetzung zur Anbindung des Prozessleitstands.

Die erste studentische Hilfskraft hilft zunächst bei den Implementierungsarbeiten zur Anbindung des Prozessleitstands (Arbeitspaket C1) und unterstützt bei der Entwicklung von Agenten zur automatischen Abarbeitung von Assistenzprozessen (Arbeitspaket B4).

Die zweite studentische Hilfskraft unterstützt die Integration von MILOS in das Software-Engineering-Labor (Arbeitspaket D1) und hilft im weiteren Verlauf des Teilprojekts bei der Visualisierung von Messdaten (Arbeitspaket C3).

Die dritte studentische Hilfskraft hilft bei der Implementierung des in Arbeitspaket A4 zu konzipierenden Agenten-Frameworks sowie bei der Integration von Qualitätsmodellen in MILOS (Arbeitspaket C2).

3.7.2 Aufgliederung und Begründung der sächlichen Verwaltungsausgaben

	2001	2002	2003
Für sächliche Verwaltungsausgaben stehen als **Grundausstattung** voraussichtlich zur Verfügung	Mittel für sächliche Verwaltungsausgaben in der Grundausstattung werden zentral vom Fachbereich Informatik verwaltet und können deshalb nicht in Arbeitsgruppen aufgeschlüsselt werden.		
Für sächliche Verwaltungsausgaben werden als **Ergänzungsausstattung** beantragt (entspricht den Summen "sächliche Verwaltungsausgaben" in Übersicht 3.7)	3.000	3.000	3.000

Begründung zur Ergänzungsausstattung der sächlichen Verwaltungsausgaben

Die sächlichen Verwaltungskosten in der Ergänzungsausstattung werden zur Finanzierung von Literaturrecherchen und elektronischem Kleinmaterial benötigt. Ausserdem sollen die in der vergangenen Förderungsperiode zur Entwicklungszwecken angeschafften PCs schrittweise erweitert werden. Die jetzigen Geräte sind für die effektive Arbeit mit dem in GemStone eingebetteten MILOS System und den aktuellen integrierten Java Entwicklungsplattformen nicht mehr ausreichend.

3.7.3 Investitionen (Geräte über 20.000 brutto)

Bezeichnung des Gerätes (ggf. mit Typenbezeichnung)	Einzelpreis 2001	Einzelpreis 2002	Einzelpreis 2003
-	-	-	-

3.1 Allgemeine Angaben zum Teilprojekt A3

3.1.1 Thema

Unterstützung des Softwareentwicklungsprozesses durch objekt-relationale Datenbank-Technologie

3.1.2 Fachgebiet und Arbeitsrichtung

Informatik, AG Datenbanken und Informationssysteme

3.1.3 Leiter

Prof. Dr. Theo Härder
geb. 28.08.1945
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631/205-4030
Fax: 0631/205-3299
haerder@informatik.uni-kl.de

Dr. Norbert Ritter
geb. 07.10.1962
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631/205-3264
Fax: 0631/205-3299
ritter@informatik.uni-kl.de

Die C1-Stelle von Dr. Ritter ist befristet bis zum 28.02.2001 mit der Verlängerungsmöglichkeit von 3 Jahren.

3.1.4 -entfällt-

3.1.5 In dem Teilprojekt sind vorgesehen

Untersuchungen am Menschen	( ) ja	(x) nein
klinische Studien im Bereich der somatischen Zell- oder Gentherapie	( ) ja	(x) nein
Tierversuche	( ) ja	(x) nein
gentechnologische Untersuchungen	( ) ja	(x) nein

3.1.6 Bisherige und beantragte Förderung des Teilprojektes

Haushaltsjahr	Personalkosten bzw. BAT-Stellen	Sächliche Verwaltungsausgaben	Investitionen	Gesamt
1998	201,6	13,0	-	214,6
1999	206,4	3,0	-	209,4
2000	208,8	3,0	-	211,8
Zwischensumme	616,8	19	-	635,8
2001	270,0	3,0	-	273,0
2002	270,0	3,0	-	273,0
2003	270,0	3,0	-	273,0

(jeweils Ergänzungsausstattung, Beträge in DM 1000.-)

3.2 Zusammenfassung

Wegen ihrer Flexibilität und Erweiterbarkeit bietet sich die Nutzung objekt-relationaler Datenbanktechnologie im Bereich der Softwareentwicklung an, da sowohl der eigentliche Softwareentwicklungsprozess als auch die zu entwickelnden Produkte (Softwaresysteme) Datenverwaltungskomponenten benötigen, die verschiedenartigste Datentypen und Verarbeitungscharakteristika zu unterstützen in der Lage sind. Dieses Teilprojekt hat sich zum primären Ziel gesetzt, Konzepte für die Nutzung objekt-relationaler DB-Technologie in beiden angesprochenen Bereichen zu erarbeiten. Weiterhin will es dazu beitragen, die künftige Entwicklung objekt-relationaler DBVS (ORDBVS), ausgehend von der SFB-Domäne, durch neue Konzepte und Mechanismen voranzutreiben.

In der vergangenen Förderungsperiode sind

- Erweiterungsmechanismen untersucht und evaluiert worden sowie
- ein Prototyp eines Benchmarks für ORDBVS,
- Basiskonzepte für die Handhabung multimedialer Daten in ORDBVS,
- grundlegende Vorgehensweisen für die generische Entwicklung von ORDB-Anwendungen,
- ein flexibles Verarbeitungsmodell für ORDBVS,
- ein Prototyp einer ORDB-gestützten Erfahrungsdatenbank

entwickelt worden. Aufbauend auf diesen Arbeiten sollen in der kommenden Förderungsperiode neue Schwerpunkte gesetzt werden, wobei

- die Nutzung von OR-Technologie zur Entwicklung eines umfassenden SE-Repository ausgehend von dem bereits realisierten Prototyp der SFB-501-Erfahrungsdatenbank (SFB-501-EDB),

- die methodische Vorgehensweise bei der Entwicklung von ORDB-Anwendungen als integrale Bestandteile der in SE-Prozessen entwickelten Produkte (Softwaresysteme),
- begleitende Untersuchungen objekt-relationaler Technologie

im Vordergrund stehen.

Ausgehend von dem gegenwärtigen ORDB-gestützten Prototyp der SFB-501-EDB soll in dem ersten der drei genannten Arbeitsschwerpunkte ein umfassendes SE-Repository angestrebt werden, das eine Integration von Erfahrungsdaten- und Produktdatenverwaltung sowie der Ablaufkontrolle leistet. Auf diese Weise wird ein integriertes, mit einer einheitlichen Schnittstelle ausgestattetes System bereitgestellt, das den gesamten Softwareentwicklungsprozess umfassend unterstützt. Insbesondere wegen ihrer Modellierungskonzepte und ihrer Mechanismen zur Erweiterbarkeit bietet sich die ORDBVS-Technologie als Vehikel für eine solche Integration an. Dennoch sei bereits an dieser Stelle betont, dass es hier weniger um die vollständige Neuentwicklung eines umfassenden SE-Repository geht, als vielmehr um die Ausgestaltung vorhandener Komponenten (wie z. B. der Erfahrungsdatenbank und der Ablaufsteuerungskomponente MILOS) und die Ermöglichung einer Interoperabilität dieser Komponenten unterhalb einer gemeinsamen Repository-Schnittstelle.

Der zweite Arbeitsschwerpunkt soll sich mit der Entwicklung von ORDB-Anwendungen mit generischen Methoden beschäftigen. Letztere werden zur Entwicklung von ORDB-basierten Datenverwaltungskomponenten genutzt, die wiederum als Kernkomponenten großer Softwaresysteme betrachtet werden können. Die besondere Herausforderung besteht hier darin, Konzepte und Verfahren zu entwickeln, die eine angemessene Ausnutzung der Erweiterbarkeitsmechanismen erlauben. Dabei ist zu entscheiden, welche der benötigten Datenverwaltungsfunktionen als Erweiterungen des ORDBVS und welche oberhalb der DBVS-Schnittstelle (Application-Server) realisiert werden sollten. Weiterhin soll untersucht werden, wie sich diese Komponenten generisch bereitstellen lassen.

Der dritte Arbeitsschwerpunkt beschäftigt sich mit eher grundlegenden Aspekten objekt-relationaler Datenbanktechnologie und dient dazu, die allgemeine Entwicklung und Gestaltung des objekt-relationalen Datenmodells und zugehöriger Systemkomponenten im Auge zu behalten bzw. durch eigene Beiträge zu beeinflussen. Insbesondere die Erweiterbarkeit (Tiefenintegration), der Internet-Zugang und die Leistungsbewertung von ORDBVS sind hier zu nennen. Entsprechende Untersuchungen erleichtern auf der einen Seite die Nutzung vorhandener OR-Konzepte im Bereich der Softwareentwicklung und auf der anderen Seite können die Ergebnisse dieser Untersuchungen dazu genutzt werden, die Entwicklung von ORDBVS dahingehend zu beeinflussen, dass die Anforderungen der SE-Domäne angemessen berücksichtigt werden.

3.3 Stand der Forschung

Obwohl ORDBVS [5] mittlerweile mit dem SQL:99-Standard [6, 7] hinsichtlich ihrer Schnittstelle standardisiert worden sind und auch erste ORDBVS als Weiterentwicklungen erfolgreicher RDBVS kommerziell verfügbar sind, liegen nur sehr rudimentäre Erkenntnisse darüber vor, wie angesichts spezieller Anwendungscharakteristika die Erweiterbarkeitseigenschaft dieser Systeme optimal genutzt werden kann. Dies bedeutet, dass konkretes und detailliertes Know-how fehlt, wie neue Anwendungen hinsichtlich der Nutzung der Erweiterbarkeit sinnvoll zu implementieren sind. Darüber hinaus ist unklar, wie geeignete DBVS-Mechanismen zur Erweiterbarkeit gestaltet und implementiert werden sollten.

Hinsichtlich einer gezielten Unterstützung von Softwareentwicklungsanwendungen durch ORDBVS kennen wir neben unserem Teilprojekt A3 des SFB 501 zur Zeit keine weiteren Forschungsaktivitäten. Obwohl die Speicherung und Verwaltung von Software-Artefakten bereits seit etwa zwei Jahrzehnten in der Forschung betrachtet wird [4], wurden bisher im wesentlichen maßgeschneiderte Systeme bzw. auf relationalen oder objektorientierten DBVS basierende Systeme vorgeschlagen. Beispiele für andere Ansätze von Erfahrungsdatenbanken sind in [1, 3, 8] beschrieben. Neben der Tatsache, dass diese Systeme nicht auf ORDBVS aufbauen, unterscheiden sie sich vom SFB-501-EDB-Ansatz insbesondere darin, dass der wesentliche Schwerpunkt auf der Erfassung und Bereitstellung von Erfahrungsdaten liegt und keine integrierte Verwaltung von Erfahrungs-, Produkt- und Ablaufkontrolldaten beabsichtigt ist. Wir halten eine solche Integration jedoch für sehr sinnvoll, da nur so eine geeignete Verknüpfung verschiedener Arten von Daten erreicht werden kann. Auf diese Weise können Messdaten geeignet zugeordnet und die Analyse von experimentspezifischen Daten vereinfacht werden, sodass diese Experimente einfacher nachvollzogen werden können. Die Nutzung von ORDBVS als Integrationsvehikel bietet sich an, da diese entsprechende Modellierungsmächtigkeit und Erweiterungsmöglichkeiten bieten und in einfacher Weise an das WWW angebunden werden können. In [9] wird ebenfalls ein integrierter Ansatz einer Entwurfsumgebung beschrieben, jedoch wird hier keine objekt-relationale DB-Technologie betrachtet.

Dennoch erfüllen auch ORDBVS nicht alle sich ergebenden Anforderungen. Dies gilt insbesondere für die unscharfe und iterative Suche bei neuen Datentypen. Beispielsweise haben sich hauptspeicherbasierte, Methoden des Case-Based-Reasoning verwendende Werkzeuge zur ähnlichkeitsbasierten Suche nach Erfahrungsdaten [4], allerdings im Einbenutzerbetrieb, als sehr hilfreich und effizient erwiesen. Inwieweit eine allgemeinere, ORDBVS-basierte Lösung ähnlich effizient sein kann bzw. durch welche (möglicherweise neuen) Erweiterungsmechanismen sie ähnlich effizient gestaltet werden kann, soll Gegenstand der Forschung der kommenden Periode sein.

Ein weiteres Defizit von ORDBVS hinsichtlich der Unterstützung von Entwurfsanwendungen liegt im ausschließlich Server-zentrierten Verarbeitungskonzept. Entwurfsanwendungen benötigen Komponenten zur Pufferung und Verarbeitung der DB-Daten auf dem Client. Konzeptionell gibt es hier eine Reihe von Verarbeitungsmodellen, die sogar ein Nebeneinander von Server- und Client-basierter Verarbeitung erlauben [2]. Hier ist es jedoch notwendig, einer Anwendungsfunktion bereits bei ihrer Registrierung einen Ausführungsort statisch zuzuordnen. Um die Dynamik von Entwurfsabläufen jedoch geeignet unterstützen zu können, halten wir ein flexibleres Verarbeitungskonzept für notwendig, das dynamisch zu entscheiden in der Lage ist, ob eine Funktion auf der Client- oder Server-Seite effizienter ausgeführt werden kann. Ein bereits vorliegendes Konzept soll in der kommenden Förderungsperiode verfeinert und evaluiert werden und es sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie ein ORDBVS mit einem solchen flexiblen Verarbeitungskonzept ausgestattet werden kann.

Weiterhin unterstützen ORDBVS gegenwärtig keine Versionierung. Die Möglichkeiten der datenmodellbezogenen Erweiterungen (benutzerdefinierte Typen und Funktionen) sind hinsichtlich der Implementierung von Versionierungsfunktionalität eher ungeeignet, da ein Versionsmodell in der Regel ein eigenes Datenmodell darstellt und sich daher nur sehr schlecht in die SQL:99-Umgebung einbetten lässt. Daraus folgt, dass entsprechende Application-Server-Architekturen eingeführt werden müssen, welche die eigentliche Versionierungsfunktionalität an der Application-Server-Schnittstelle anbieten. Dennoch können natürlich auch bei diesem Ansatz Basisfunktionen der Versionierung als ORDBS-Erweiterungen realisiert werden.

Das Beispiel der Versionierung verdeutlicht auch, dass es sinnvoll ist, die Entwicklung von ORDB-Anwendungen durch generische Methoden zu unterstützen. Da es sehr viele unterschiedliche Versionierungsmechanismen [9] gibt und sich verschiedene Anwendungen in ihren Anforderungen diesbezüglich unterscheiden, verfolgen wir den Ansatz, ein Basis-Versionierungs-Framework anzubieten, auf dem aufbauend spezifische Anwendungsanforderungen in abstrakter Form (UML) spezifiziert werden können. Die anschließende Anwendungsentwicklung soll dann generisch erfolgen. Die bisher in keinen anderen Forschungsprojekten betrachtete Zielsetzung bei dieser Vorgehensweise ist es, automatisch zu entscheiden, welche Teile der Anwendungsfunktionalität als ORDBVS-Erweiterung und welche als Application-Server-Funktionen realisiert werden sollten. Diese vollkommen neue Vorgehensweise der generischen ORDB-Anwendungsentwicklung soll natürlich nicht auf die Entwicklung von Versionierungsfunktionalität beschränkt werden, sondern auch für andere Arten von ORDB-Anwendungen genutzt werden können.

Literatur

[1] Althoff, K.-D., Birk, A., Hartkopf, S., Müller, W., Nick, M., Surmann, D., Tautz, C.: *Managing Software Engineering Experience for Comprehensive Reuse*, Technicher Bericht 001.99, Fraunhiofer Institut für Experimentelles Software-Engineering, 1999.

[2] Franklin, M.J., Carey, M.J., Livny, M.: *Transactional Client-Server Cache Consistency: Alternatives and Performance*, ACM TODS 22:3, 1997, 315-363.

[3] Henninger, S.: *An Environment for Reusing Software Processes*, Proc. 5th. IEEE Int. Conf. on Software Reuse (ICSR5), Victoria, BC, Kanada, 1998.

[4] Mili, A., Mili, R., Mittermeir, R.T.: *A survey of software reuse libraries*, Annals of Software Engineering 5, 1998, 349-141.

[5] Stonebraker, M., Brown, P., Moore, D.: *Object-relational DBMSs - The Next Wave*, Second Edition, Morgan Kaufmann 1998.

[6] SQL99: *ANSI/ISO/IEC 9075-1-1999 Database Languages SQL Part 1 Framework.*

[7] SQL99: *ANSI/ISO/IEC 9075-2-1999 Database Languages SQL Part 2 Foundation.*

[8] Webby, R., Seaman, C., Mendonce, M., Basili, V.R., Kim, Y.-M.: *Implementing an Internet-Enabled Software Experience Factory: Work in Progress*, ICSE'99 Workshop on Software Engineering over the Internet, Mai, 1999.

[9] Westfechtel, B.: *Models and Tools for Managing Development Processes*, LNCS 1646, Springer, Berlin, 1999.

3.4 Eigene Vorarbeiten

Viele der in der vergangenen Förderungsperiode gewonnenen Erkenntnisse werden zur Erlangung der in der kommenden Periode angestrebten Ziele hilfreich sein. Nachfolgend sind einige wichtige Veröffentlichungen zu unseren Vorarbeiten aufgelistet. Für eine ausführlichere Darstellung unserer Arbeiten verweisen wir an dieser Stelle auf den entsprechenden Ergebnisbericht.

Da wir seit Anfang 1999 (weltweit der einzige universitäre) Partner von Informix in dessen Beta-Test-Programm für den *Informix Dynamic Server* sind, haben wir uns Kompetenz und praktisches Know-how für Einsatz, Erweiterung und Evaluation von ORDBVS erworben, die der Projektarbeit zugute kommen. Außerdem besitzen wir auf diesem Weg jeweils die neueste OR-Technologie für unsere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Literatur

[10] Feldmann, R.L., Geppert, B., Mahnke, W., Ritter, N., Rößler, F.: *An ORDBMS-based Reuse Repository Supporting the Quality Improvement Paradigm - Exemplified by the SDL-Pattern Approach*, angenommen für TOOLS USA 2000, 34th International Conference & Exhibition, Santa Barbara, CA, July, 30 - August, 3, 2000.

[11] Härder, T., Mahnke, W., Ritter, N., Steiert, H.-P.: *Generating Repository Managers for Cooperative Design Applications,* in: Proc. 2nd Int. Symposium on Cooperative Database Systems for Advanced Applications (CODAS'99), Keynote-Paper, Springer, Singapore, 1999, 177-191.

[12] Härder, T., Mahnke, W., Ritter, N., Steiert, H.-P.: *Generating Versioning Facilities for a Design Data Repository Supporting Cooperative Applications,* Int. Journal on Intelligent & Cooperative Information Systems 9:1-2, 2000, 117-146.

[13] Härder, T., Nink, U., Ritter, N: *Generierte DB-Aufrufschnittstellen - Anwendungsspezifische Zugriffsoptimierung durch Bindungsflexibilität,* Informatik - Forschung und Entwicklung 15:2, Springer-Verlag, 2000.

[14] Käfer, W., Ritter, N., Schöning, H.: *Konfigurierungskonzepte für datenbank-basierte, technische Entwurfsanwendungen,* Informatik - Forschung und Entwicklung, 13:1, Springer-Verlag, 1998, 1-17.

[15] Mahnke, W., Ritter, N., Steiert, H.-P.: *Towards Generating Object-Relational Software Engineering Repositories,* in: Proc. der GI-Fachtagung 'Datenbanksysteme in Büro, Technik und Wissenschaft' (BTW'99), Buchmann, A. (Hrsg.), Informatik aktuell, Springer-Verlag, Freiburg, März 1999, 251-270.

[16] Mahnke, W., Steiert, H.-P.: *Zum Einsatzpotential von ORDBVS in Entwurfsumgebungen,* in: Proc. Fachtagung CAD'2000, Berlin, März 2000, 219-239.

[17] Marder, U.: *Medienspezifische Datentypen für objekt-relationale DBMS: Abstraktionen und Konzepte,* in: Proc. der GI-Fachtagung 'Datenbanksysteme in Büro, Technik und Wissenschaft' (BTW'99), Buchmann, A. (Hrsg.), Informatik aktuell, Springer-Verlag, Freiburg, März 1999, 210-231.

[18] Nink, U., Härder, T., Ritter, N.: *Generating Call-Level Interfaces for Advanced Database Application Programming,* in: Proc. 25th Int. Conf. on Very Large Data Bases (VLDB'99), Edinburgh, Sept. 1999, 575-586.

[19] Ritter, N., Steiert, H.-P.: *Enforcing Modeling Guidelines in an ORDBMS-based UML Repository,* angenommen für International Resource Management Association Conference 2000 (Information Modeling Methods and Methodologies Track of IRMA 2000), Anchorage, Alaska, Mai 2000.

[20] Ritter, N., Steiert, H.-P., Mahnke, W., Feldmann, R.: *An Object-Relational SE-Repository with Generated Services,* in: Proc. International Resource Management Association Conference 1999, Managing Information Technology Resources in Organizations in the Next Millenium (Computer-Aided Software Engineering Track of IRMA'99), IDEA Group Publ., Mai 1999, 986-990.

[21] Steiert, H.-P.: *Towards a Component-based n-tier C/S-Architecture,* in: Proc. 3rd Int. Software Architecture Workshop (ISA W3), Orlando, Fl., ACM Press, 1998, 37-140.

[22] Zhang, N., Härder, T.: *On a Buzzword "Extensibility" - What we have learned from the ORIENT Project,* in: Proc. Int. Database Engineering and Applications Symposium (IDEAS'99), Montreal, Canada, 1999, 360-369.

[23] Zhang, W.P., Ritter, N.: Measuring the Contributions of (O)RDBMS to Object-Oriented Software Development, angenommen für Int. Database Engineering and Applications Symposium (IDEAS 2000), Yokohama, Japan, September 2000.

3.5 Ziele, Methoden, Arbeitsprogramm und Zeitplan

3.5.1 Ziele und Methoden

In diesem Abschnitt werden die konkreten Ziele, die A3 in der Förderungsperiode 2001-2003 verfolgt, genannt und die zu ihrer Erreichung geplanten Vorgehensweisen beschrieben.

Modellintegration, Erweiterbarkeit, Tiefenintegration

Die nahtlose und durchgängige Integration objektorientierter Konzepte in das relationale Datenmodell sowie geeignete Konzepte und Schnittstellen zur Erweiterbarkeit, die dem Anwender eine möglichst effiziente Integration von Anwendungsfunktionalität gestatten, beziehen sich auf eine eher grundlegende Gestaltung objekt-relationaler DBVS. Die Berücksichtigung der Anforderungen der SE-Domäne bei dieser Gestaltung ist das Langzeitziel von A3. Alle weiteren genannten Ziele und die zu ihrer Erreichung notwendigen Arbeiten tragen auch zur Erreichung dieses (übergeordneten) Zieles bei.

ORDB-gestütztes, integriertes SE-Repository

Der in der Förderungsperiode 1998-2000 entwickelte SFB-501-EDB-Prototyp soll in der kommenden Förderungsperiode sowohl in Teilprojekt-übergreifenden (Teams) als auch in Teilprojekt-spezifischen Experimenten eingesetzt und validiert werden. Dabei sollen insbesondere Erkenntnisse über die Eignung der definierten Datenstrukturen zur Verwaltung von Erfahrungen und der Web-basierten Benutzerschnittstelle gewonnen werden.

Diese Erkenntnisse sollen in die Neugestaltung des Ansatzes einfließen, die das Ziel der Bereitstellung eines integrierten, umfassende SE-Repository verfolgt. Dies bedeutet, dass nun der Schwerpunkt eindeutig auf die Integration von Erfahrungsdaten- und Produktdatenverwaltung sowie der Ablaufsteuerung gelegt wird. Dazu sind auf jeden Fall folgende Integrationsziele zu erreichen:

- Experiment-spezifische Produktdatenstrukturen müssen dynamisch in das Repository eingebracht werden können.
- Heterogene Entwurfswerkzeuge müssen an das Repository angeschlossen werden können.
- Sowohl Erfahrungs- als auch Produktdaten müssen (möglicherweise nach experiment-spezifischen Mechanismen) versioniert und konfiguriert werden können.
- Die Ablaufsteuerungskomponente MILOS ist mit der Erfahrungsdaten- und Produktdatenverwaltung zu einem umfassenden SE-Repository zu verschmelzen.

Hinsichtlich der Erreichung dieser (Integrations-)Ziele soll das bereits bestehende VirtualMedia-Framework im Rahmen des SE-Repository realisiert und evaluiert werden. Dieses erlaubt eine von dem eigentlichen Speicherungsformat weitgehend unabhängige und transparente Bereitstellung von Software-Artefakten in der vom anfragenden Benutzer (oder Entwurfswerkzeug) benötigten Repräsentation. Weiterhin soll die Nutzung von XML als Speicherungs- und Austauschformat für Software-Artefakte untersucht werden. Diese erscheint nützlich zu sein, um die zu erwartende Heterogenität der zu koppelnden Werkzeuge zu bewältigen.

Generische Methoden zur Entwicklung von ORDB-Anwendungen

Bei der in der Förderungsperiode 1998-2000 durchgeführten Gestaltung des SERUM-Frameworks zur Generierung anwendungsspezifischer Versionierungsfunktionalität hat es sich gezeigt, dass es sinnvoll ist, anwendungsspezifische Datenverwaltungsfunktionalität ausgehend von abstrakten Benutzerspezifikationen mit generischen Methoden zu entwickeln. Gegenstand der Generierung sind dabei sowohl Erweiterungen des ORDBVS als auch Application-Server-Funktionen (Mehr-Schichten-Architekturen) und Schnittstellenfunktionen. Dieser (Versionierungs-)Ansatz soll nun zu einem allgemeinen Ansatz konzipiert und prototypisch realisiert werden, der die Möglichkeit der Spezifikation anwendungsspezifischer Datenverwaltungsanforderungen in UML vorsieht und einen Generator zur Erzeugung der oben genannten Funktionalität erlaubt. Aus Aufwandsgründen kann eine experimentelle Validierung dieses Ansatzes erst in der nachfolgenden Förderungsperiode in Angriff genommen werden.

Flexibilisierung des OR-Verarbeitungskonzepts

Die mittels Modellintegration und Erweiterbarkeit durch objekt-relationale Systeme erreichte Flexibilität hat bisher kaum Einzug in die Gestaltung des Verarbeitungsmodells dieser Systeme gefunden. Dieses Defizit soll durch die Gestaltung eines flexiblen Verarbeitungskonzepts behoben werden. Die gegenwärtige Serverzentrierung soll jedoch nicht nur um die Möglichkeit der Client-basierten Verarbeitung von DB-Daten erweitert werden, sondern es soll dynamisch und automatisch entschieden werden können, ob eine zur Ausführung anstehende Anwendungsfunktion effizienter auf dem DB-Server oder dem DB-Client ausgeführt werden kann. Ein erstes Konzept liegt bereits vor; dieses soll nun prototypisch implementiert, experimentell validiert und konzeptionell verfeinert werden.

OR-Benchmark

Durch erste Messungen wurde bereits ein Vergleich von relationalen und objekt-relationalen DBVS hinsichtlich ihres Leistungsverhaltens, insbesondere in der Verwaltung persistenter Objekte, durchgeführt. Ausgehend von diesen Ergebnissen wird ein neuer Benchmark-Ansatz angestrebt. Dieser Ansatz soll es erlauben, nicht nur das Leistungsverhalten der DBVS selbst, sondern auch ihre Beiträge zum Leistungsverhalten von DB-basierten Anwendungssystemen und auch zur (in aller Regel objektorientierten) Entwicklung solcher Systeme zu beurteilen und zu vergleichen. Dazu genügt es nicht, so zu verfahren, wie es in gegenwärtig existierenden Benchmark-Ansätzen getan wird. Hier werden in aller Regel lediglich ein repräsentatives DB-Schema und eine Menge repräsentativer Anfragen vorgegeben. Durch Messungen wird dann das Leistungsverhalten von DBVS während der Abarbeitung der Anfragen erfasst. Ein neuer Ansatz sollte jedoch berücksichtigen, dass die Anforderungen, die komplexe Softwaresysteme an die Datenverwaltungskomponente stellen, im allgemeinen nicht direkt auf die DB-Schnittstelle abbilden lassen, sondern eine Abbildungsschicht erfordern. Ein Benchmark sollte deshalb so konzipiert sein, dass er auch den Aufwand für die Erstellung dieser Abbildungsschicht und den Aufwand, der während der Verarbeitung durch diese Abbildungsschicht verursacht wird, mit berücksichtigen kann. Hier sind durchaus Möglichkeiten der generischen Entwicklung von sowohl Abbildungsfunktionalität als auch Schnittstellenfunktionen für objektorientierte Programmiersprachen, wie sie auch in diesem Teilprojekt angestrebt werden, in die Konzeption des Benchmarks einzubeziehen.

Ein solcher neuer Benchmark-Ansatz soll ausgehend von dem oben genannten, bestehenden Ansatz konzipiert werden, ein zugehöriges Benchmark-System implementiert werden und erste Messungen an unterschiedlichen ORDBVS sollen durchgeführt werden.

Alle in diesem Abschnitt genannten Ziele sollen erreicht werden, in dem zunächst entsprechende Konzepte erarbeitet werden und anschließend die Machbarkeit durch Bereitstellung von Prototypen nachgewiesen wird.

3.5.2 Arbeitsprogramm

Arbeitsschwerpunkt A: (OR)DB-gestütztes, integriertes SE-Repository

In der Förderungsperiode 1998-2000 wurde in Zusammenarbeit mit Teilprojekt A1 (SE-Labor) eine (OR)DB-gestützte Erfahrungsdatenbank (SFB-501-EDB) entwickelt. Es handelt sich hierbei um einen ersten Prototyp, der direkt die Möglichkeiten eines kommerziell verfügbaren ORDBVS (hier IDS/UDO von Informix), das von uns als für diese Zwecke am geeignetsten erachtet wurde, ausnutzt. Mit dem Ende der Förderungsperiode 1998-2000 soll die Web-basierte Schnittstelle der SFB-501-EDB allgemein zugänglich gemacht werden und somit die Möglichkeit geschaffen werden, dass an Experimenten beteiligte SFB-Mitglieder Erfahrungsdaten in der SFB-501-EDB ablegen bzw. in der SFB-501-EDB gespeicherte Erfahrungsdaten einfach und effizient nutzen können. Ziel des EDB-Projektes über die gegenwärtige Förderungsperiode hinaus ist die umfassende Unterstützung des nach dem *Quality-Improvement-Paradigm* (QIP) ablaufenden Softwareentwicklungsprozesses. Dies beinhaltet die integrierte Verwaltung von Erfahrungsdaten und Produktdaten, die Bereitstellung von Schnittstellen, die alle QIP-Phasen geeignet unterstützen sowie die Interoperabilität der im SE-Labor bereitstehenden Werkzeuge mit der SFB-501-EDB.

Arbeitspaket A1: Application-Server-Architektur

Der gegenwärtige EDB-Prototyp wurde unter Ausnutzung des Web-Data-Blades von Informix realisiert, das eine dynamische Einbettung von DB-Daten in HTML-Seiten unterstützt. Da sich jedoch einige Dienste, die zur Unterstützung der SE-Anforderungen notwendig sind, nicht ausschließlich durch Erweiterung des DBS realisieren lassen, sondern eine Zusatzebene oberhalb der DB-Schnittstelle erfordern (z. B. Versionierung), soll der Architekturansatz um eine Application-Server-Ebene oberhalb des DBS erweitert werden. Application-Server erlauben nicht nur eine bessere Abbildbarkeit höherer Dienste (wie Versionierung) auf die DB-Schnittstelle, sondern tragen i. allg. auch zu besserem Leistungsverhalten bei. Es ist zu erwarten, dass auch

die meisten der in den nachfolgenden Arbeitspaketen verfolgten Ziele eine Realisierung im Rahmen einer Application-Server-Architektur erfordern.
Personalbedarf: 22 PM

Arbeitspaket A2: Ähnlichkeitsbasierte Suche in ORDBVS

Der gegenwärtig verfügbare Prototyp der SFB-501-EDB hat gezeigt, dass die Erweiterungsmöglichkeiten des verwendeten objekt-relationalen DBVS die Realisierung ähnlichkeitsbasierter Suche unterstützen. Dazu wurden benutzerdefinierte Funktionen für die ähnlichkeitsbasierte Suche implementiert, die direkt im DB-System ausgeführt werden können. Über eine Parametrisierung dieser Funktionen können verschiedene Ähnlichkeitsmaße nach der Spezifikation der Benutzer ausgewertet werden. Damit konnte nachgewiesen werden, dass diese Anforderung von ORDBVS besser als von anderen Arten von DBVS, bei denen die Abwicklung der Suche erst im Client erfolgt, erfüllt werden kann.
Werkzeuge, die auf Case-Based Reasoning beruhen (CBR-Tools), lassen sich ebenfalls zur ähnlichkeitsbasieren Suche einsetzen, wobei die zu durchsuchenden Daten nicht in einem DB-System verwaltet, sondern zur Suche im Hauptspeicher gehalten werden. Diese Werkzeuge wurden speziell zum Zweck einer unscharfen Suche entwickelt, wobei Aspekte der Datensicherung, Transaktionsverarbeitung usw. vernachlässigt wurden. Während diese Probleme durch die Verwendung eines ORDBVS im Falle der SFB-501-EDB gelöst werden, stellt sich die Frage, inwieweit die SFB-501-EDB einem Vergleich mit diesen spezialisieren Werkzeugen im Bereich der ähnlichkeitsbasierten Suche standhält. Dazu ist zum einen zu untersuchen, welche Möglichkeiten der Suche bei den CBR-Tools geboten werden und inwieweit diese von der SFB-501-EDB bereits unterstützt werden bzw. unterstützt werden können. Zum anderen ist ein Leistungsvergleich zwischen der ähnlichkeitsbasierten Suche der SFB-501-EDB mit der Suche kommerziell erwerblicher CBR-Tools durchzuführen.
Personalbedarf: 14 PM

Arbeitspaket A3: Transformationsunabhängigkeit durch VirtualMedia

Im ***VirtualMedia***-Projekt wird eine Integration von ORDBVS und Medien-Servern angestrebt, welche die Verwaltung großer, (aus DBVS-Sicht) unstrukturierter Dokumente sehr viel flexibler und mächtiger macht, als dies bei heutigen DBVS der Fall ist. Die vom VirtualMedia Framework unterstützten Eigenschaften können zusammengefasst als *Transformationsunabhängigkeit* bezeichnet werden, da sie es Anwendungen ermöglichen, von anderen Anwendungen generierte Dokumente zu öffnen und zu bearbeiten, ohne deren Speicherungsformat zu kennen.
Die durch VirtualMedia angegangenen Probleme treten häufig in der Erfahrungsdatenbank auf, denn in der SFB-501-EDB sollen Dokumente, die von externen SE-Werkzeugen erzeugt und bearbeitet werden, (auch) in ihrem proprietären Format verwaltet werden. Um diese Daten auch mit einfacheren Werkzeugen, z. B. Browsern, auswerten zu können, ist es i. allg. notwendig, verschiedene physische Repräsentationen dieser Daten zu speichern. Die durch VirtualMedia realisierte Transformationsun-

abhängigkeit kann dieses Problem jedoch wesentlich eleganter lösen, indem die Dokumente je nach Bedarf der anfragenden Anwendung in der jeweils optimalen externen Repräsentation ausgeliefert werden, ohne dass deshalb die Notwendigkeit besteht, alle möglichen Repräsentationen physisch vorzuhalten.
Personalbedarf: 18 PM

Arbeitspaket A4: Integrierte Produktdatenverwaltung

Zweifellos eignen sich die Fähigkeiten von ORDBVS nicht nur zur Verwaltung von Erfahrungsdaten, sondern auch zur Verwaltung von Produktdaten. Darüber hinaus gibt es eine ganze Reihe von guten Gründen für eine integrierte Verwaltung dieser verschiedenen Arten von Daten in einem einzigen System (das natürlich trotzdem ein verteiltes System sein kann). Beispielsweise gehen Entwicklungsprozesse häufig von bereits vorhandenen, in der Erfahrungsdatenbank gehaltenen Artefakten aus, die im Laufe des Prozesses verfeinert/angepasst/verändert werden. In ähnlicher Weise werden sehr häufig (Zwischen-)Ergebnisse von Entwicklungsprozessen als Erfahrungen freigegeben. Darüber hinaus bestehen zwischen den Produktdaten eines laufenden Entwicklungsprozesses und den Erfahrungsdaten oft Abhängigkeiten, die bei integrierter Verwaltung als semantische Beziehungen systemseitig gewartet werden könnten. Daher soll in diesem Arbeitspaket die bereits in Zusammenarbeit mit Teilprojekt D1 erarbeitete Möglichkeit der Integration einer Produktdaten- und Erfahrungsdatenverwaltung zu einem allgemeinen Konzept ausgebaut werden. Deshalb ist die Erfahrungsdatenbank um entsprechende Funktionalität zu erweitern.
Personalbedarf: 10 PM

Arbeitspaket A5: Integration mit MILOS

Die bereits bestehenden Konzepte zur Integration von im SE-Labor bereitstehenden Werkzeugen mit der SFB-501-EDB sollen hinsichtlich des neuen Architekturansatzes überarbeitet werden, um die Integration dann in Kooperation mit den betroffenen Teilprojekten durchzuführen. Insbesondere die Integration der durch die SFB-501-EDB unterstützten Datenverwaltung mit der durch MILOS unterstützten Prozesskontrolle wird in Zusammenarbeit mit den Projekten A1, A2, B2 verfolgt. Der in der Förderungsperiode 1998-2000 ausgearbeitete Vorschlag einer Integration soll in der kommenden Förderungsperiode verfeinert, realisiert und evaluiert werden.
Da es sich bei MILOS um eine datenintegrierte Ablaufsteuerung handelt, d. h., MILOS zur Zeit eine eigene Kontrolle der Applikationsdaten (Produktdaten) vornimmt, muss dieses Arbeitspaket in enger Abstimmung mit dem vorgenannten ablaufen. Nach einer entsprechenden Integration können nicht nur Prozessmodelle und Projektpläne als Erfahrungen verwaltet werden, sondern es können auch Prozesszustände beschreibende Kontrolldaten, die von MILOS benötigt werden, gehalten und mit entsprechenden Produktdaten(zuständen) assoziiert werden. Letzteres ist insbesondere einer empirischen Bewertung von Experimenten dienlich.
Personalbedarf: 10 PM

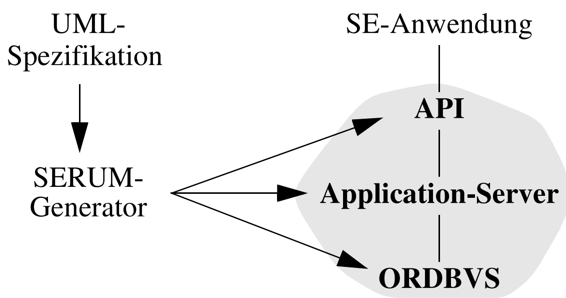
Arbeitspaket A6: Nutzung von XML

Wie bereits angesprochen, ist die SFB-501-EDB mit einer Web-Schnittstelle ausgestattet. Die gegenwärtige Entwicklung der Web- wie auch der DB-Technologie beschäftigt sich sehr stark mit der Nutzung von XML sowohl zum Austausch als auch zur Verwaltung semi-strukturierter Daten. Daher soll untersucht werden, inwieweit sich XML zur Speicherung und zum Austausch von Erfahrungsdaten eignet und inwieweit Nutzen aus der XML-Unterstützung der kommerziell verfügbaren ORDBVS gezogen werden kann. Darüber hinaus ist zu prüfen, inwieweit die Nutzung von XML die vielfältigen, in diesem Arbeitsschwerpunkt vorgesehenen Integrationsbemühungen erleichtern könnte.
Personalbedarf: 12 PM

Arbeitsschwerpunkt B: Generische Entwicklung von (OR)DB-Anwendungen

In der Förderungsperiode 1998-2000 hat sich gezeigt, dass die vielfältigen Anforderungen, die in modernen Softwaresystemen an die Datenverwaltung gestellt werden, am flexibelsten durch ein Framework erfüllt werden können, das die gezielte Anpassung der Datenverwaltungsfunktionalität bzw. die anwendungsspezifische *Generierung* von Datenverwaltungsfunktionalität unterstützt. Ein solches Framework wurde bereits unter dem Namen SERUM konzeptualisiert und insbesondere im Hinblick auf die generische Bereitstellung anwendungsspezifischer Versionierungsfunktionalität ausgestaltet. Von der weiteren Ausgestaltung und prototypischen Realisierung von SERUM erwarten wir insbesondere Erkenntnisse darüber, inwieweit die im SFB betrachteten generischen Methoden der Softwareentwicklung im Bereich der Entwicklung von (OR)DB-Anwendungen (z. B. Generierung von ORDBVS-Erweiterungen) eingesetzt werden können.

Arbeitspaket B1: Generierung von Datenverwaltungsfunktionalität ausgehend von UML-Spezifikationen



Als Eingabe für den Generierungsprozess sollen UML-Spezifikationen dienen, da UML das Paradigma der Objektorientierung geeignet umsetzt und sich somit für die Beschreibung anwendungsspezifischer Aspekte besonders eignet. Hinsichtlich des Ergebnisses des Generierungsprozesses hat sich herausgestellt, dass aus Gründen der Effizienz und der sinnvollen Nutzung der Erweiterungsmechanismen von ORDBVS eine Application-Server-Architektur anzustreben ist, wie sie in nebenstehender Abbildung (grau hinterlegt) angedeutet ist. Daher sind die bestehenden Konzepte durch Beantwortung der Frage, nach welchen Prinzipien Elemente von UML-Spezifikationen auf ORDBVS-Erweiterungen (z. B. benutzerdefinierte Funktionen/Datentypen), Application-Server-Module bzw. für die Anwendung zugängliche

Schnittstellen abgebildet werden, zu verfeinern. Dies beinhaltet auch die Entscheidung, welche Teile der benötigten Anwendungsfunktionalität sinnvollerweise als Erweiterungen des ORDBVS realisiert werden sollten und welche darüber anzusiedeln sind.
Personalbedarf: 26 PM

Arbeitspaket B2: Nutzung von Frameworks

Während sich der vorgenannte Punkt mit grundlegenden Mechanismen der Generierung von Datenverwaltungsfunktionalität (z. B. Versionierungsdienste) beschäftigt, soll hier der Schwerpunkt auf einer Unterstützung der Spezifikationsphase liegen. SERUM-Frameworks beinhalten unter anderem *Design Patterns*, die eine automatische Verfeinerung und Anreicherung von initialen, vom Benutzer gegebenen UML-Spezifikationen zu solchen Spezifikationen erlauben, die auch anwendungsunabhängige Aspekte umfassen und gültige Eingaben für den SERUM-Generator darstellen. Beispielsweise kann man es auf diese Weise dem Benutzer erlauben, ein Produktdatenmodell vollkommen unabhängig von Versionierungsaspekten zu spezifizieren und die Versionierungsinfrastruktur weitgehend automatisch durch Anwendung von *Design Patterns* zu ergänzen.
Personalbedarf: 15 PM

Arbeitspaket B3: Generierung von anwendungsspezifischen Aufrufschnittstellen

Es wurde bereits ein Konzept vorgestellt, das es erlaubt, Eigenschaften strukturell objektorientierter Datenmodelle und deren Anfragesprachen sowie Anwendungswissen auszunutzen, um speziell zugeschnittene Anwendungsprogrammierschnittstellen für die objektorientierte Anwendungsentwicklung zu generieren. Damit kann eine anwendungsspezifische Optimierung erreicht werden. Diese Konzepte sollen auf das objekt-relationale Datenmodell übertragen werden. Somit lässt sich die Möglichkeit schaffen, auf spezielle Anwendungen, z. B. objektorientierte Softwareentwicklung, zugeschnittene Schnittstellenfunktionen für die Datenverwaltung zu generieren. Insbesondere durch die geeignete Nutzung früher und später Bindungen von Schnittstellenfunktionen an DB-Typen und -Verarbeitungsmechanismen kann ein großes Optimierungspotential geboten werden.
Personalbedarf: 15 PM

Arbeitspaket B4: Flexibles Verarbeitungskonzept

In der gegenwärtigen Förderungsperiode wurde ein Konzept erarbeitet, das es erlaubt, dynamisch zu entscheiden, ob eine zur Ausführung anstehende, DB-Daten manipulierende Anwendungsfunktion auf dem DB-Server oder dem Client-Cache ausgeführt werden soll. Dazu wird das System in die Lage versetzt, Folgen und Aufwand von Funktionsausführungen (Datentransfer, Ausführungszeit) zu protokollieren, um spätere Funktionsfolgen zu optimieren. Mit Hilfe der Protokolle kann dann dynamisch mit heuristischen Methoden entschieden werden, ob eine Funktion auf Client oder Server abgewickelt wird. Dieses Konzept soll in der kommenden Periode verfeinert,

prototypisch implementiert und durch empirische Untersuchungen auf seine Effektivität untersucht werden.
Personalbedarf: 15 PM

Arbeitsschwerpunkt C: Begleitende Untersuchungen

Wie bereits angeklungen, soll in diesem dritten Arbeitsschwerpunkt das Potential objekt-relationaler DB-Technologie hinsichtlich der Unterstützung von SE-Prozessen untersucht werden. Darüber hinaus soll dazu beigetragen werden, dass (künftige) ORDBVS die Anforderungen der SE-Domäne angemessen berücksichtigen.

Arbeitspaket C1: Erweiterbarkeit

Obwohl mit dem Standard SQL:1999 eine Standardisierung des objekt-relationalen Datenmodells und der zugehörigen Sprache erreicht worden ist, ist die Frage nach der sinnvollen Integration von objektorientierten mit relationalen Konzepten noch nicht endgültig geklärt. Auch die optimale Umsetzung der Sprache durch geeignete (interne) DBVS-Module ist noch unklar. Hinsichtlich der Erweiterbarkeitseigenschaft ist insbesondere zu klären, welche Schnittstellen dem Benutzer zur Erweiterung des DBVS angeboten werden sollten und wie die anwendungsspezifischen Erweiterungsmodule effektiv in die interne Datenverarbeitung integriert werden können. Hierzu sollen die im ORIENT-Projekt, das noch in der gegenwärtigen Förderungsperiode abgeschlossen wird, gewonnenen Erkenntnisse ausgenutzt werden.
Personalbedarf: 10 PM

Arbeitspaket C2: Effizienzuntersuchungen

Nachdem in der gegenwärtigen Förderungsperiode ein erstes Konzept für einen Benchmark zur Bewertung des Leistungsverhaltens von ORDBVS hinsichtlich der Unterstützung von (objektorientierten) Entwicklungsanwendungen erarbeitet wurde, soll dieses in der kommenden Periode verfeinert, vollständig implementiert und zur Bewertung verschiedener ORDBVS herangezogen werden. Bei der angesprochenen Verfeinerung geht es im Vergleich zu existierenden Benchmark-Ansätzen zunächst darum, die wirklichen Datenverwaltungsanforderungen von Softwaresystemen, die objektorientiert entwickelt werden (z. B. Anforderungen an ein persistentes Objektsystem), überhaupt zu erkennen. Ausgehend von diesen Anforderungen sind dann Regeln zu entwickeln, wie für ein gegebenes DBVS die geforderte Datenverwaltungsfunktionalität realisiert werden sollte. Letzteres kann durch direkte Nutzung der Möglichkeiten des DBVS, durch Erweiterung des DBVS oder durch Realisierung einer Abbildungsschicht (Application Server) oberhalb der DBVS-Schnittstelle geschehen. Die jeweils effizienteste Lösung ist auszuwählen und durch Simulation eines repräsentativen Anwendungsszenarios quantitativ zu beurteilen.
Personalbedarf: 18 PM

3.5.3 Zeitplan

<table>
<tr><th>Personal</th><th>2001
1. H.J.</th><th>2001
2. H.J.</th><th>2002
1. H.J.</th><th>2002
2. H.J.</th><th>2003
1. H.J.</th><th>2003
2. H.J.</th></tr>
<tr><td colspan="7">Grundausstattung</td></tr>
<tr><td>N. Ritter</td><td colspan="6">A, B, C</td></tr>
<tr><td rowspan="3">H.-P. Steiert</td><td colspan="4">B1</td><td colspan="2">B2</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">B3</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="5">B4</td><td></td></tr>
<tr><td>N. Zhang</td><td colspan="6">C1</td></tr>
<tr><td colspan="7">Ergänzungsausstattung</td></tr>
<tr><td rowspan="3">W. Mahnke</td><td colspan="4">B1</td><td colspan="2">B2</td></tr>
<tr><td colspan="6">A1, A4, A5</td></tr>
<tr><td colspan="3">A2</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>U. Marder</td><td colspan="6">A1, A3, A4, A5</td></tr>
<tr><td>W. Zhang, StHkr.</td><td colspan="6">C2</td></tr>
<tr><td>N.N., StHKr.</td><td colspan="6">B</td></tr>
<tr><td>N.N., StHKr.</td><td colspan="6">A</td></tr>
</table>

Im Zeitplan ist ein Aufwand von wenigstens 8 Std. / Woche für SFB-übergreifende Themenstellungen berücksichtigt, die jedes Teilprojekt zur Verfügung stellt. Diese Arbeiten werden in Teams organisiert und im Arbeitsbericht gesondert beschrieben.

3.6 Stellung innerhalb des Programms des Sonderforschungsbereichs

Gemäß der Zuordnung dieses Teilprojekts zum SFB-Projektbereich A wird der realisierte Prototyp der Erfahrungsdatenbank in enger Zusammenarbeit mit Teilprojekt A1 im Software-Labor zur Verfügung gestellt und dort gewartet. Um eine geeignete Evaluierung dieses Ansatzes zu erreichen, wird die Nutzung dieses Prototyps sowohl in Teilprojekt-übergreifenden als auch in Teilprojekt-spezifischen Experimenten unterstützt. Wie oben beschrieben, beziehen sich die weiteren Arbeiten des Arbeitsschwerpunktes A auf einen Ausbau der Erfahrungsdatenbank zu einem umfassenden SE-Repository. Die dazu notwendigen Integrationsarbeiten, insbesondere die Bestrebungen der Produktdatenintegration und der Werkzeuganbindung, bedürfen der engen Zusammenarbeit mit fast allen Teilprojekten des SFB. Besonders zu betonen ist jedoch die weitere Zusammenarbeit mit den Teilprojekten A1, A2, B2 und D1, die das Ziel der Integration der Produktdaten- und Erfahrungsdatenverwaltung sowie der Ablaufsteuerung verfolgen. Weiterhin ist hier eine geplante Kooperation mit dem Teilprojekt B10 zu nennen. B10 strebt eine Verallgemeinerung der bisher auf den Bereich der Betriebssystemkomponenten zugeschnittenen Entwicklungsmethodik an. In Kooperation der Teilprojekte A1, A3 und B10 ist zu prüfen, ob die SFB-501-EDB diese verallgemeinerte Methodik unterstützt oder entsprechende Anpassungen erforderlich werden.

Arbeitsschwerpunkt B strebt Methodiken der Entwicklung von anwendungsspezifischer Datenverwaltungsfunktionalität mit generischen Methoden an. Offenbar besteht damit ein Zusammenhang mit den im SFB-Projektbereich B entwickelten Methodiken. Hierzu ist zu sagen, dass die in A3 angestrebten Vorgehensweisen zur Unterstützung der in den B-Teilprojekten entwickelten Vorgehensweisen gedacht sind, soweit es um die generische Entwicklung von Datenverwaltungsfunktionalität geht.

Im Arbeitsschwerpunkt C werden grundsätzliche Aspekte der geeigneten Gestaltung objekt-relationaler DBVS bearbeitet. Wie bereits angesprochen, werden hiermit langfristige Ziele verfolgt, die eher mittelbar in die von A3 bereitzustellenden Konzepte und Systeme einfließen werden.

3.7 Ergänzungsausstattung für das Teilprojekt

	Bewilligung 2000		2001			2002			2003		
	Verg.-Gr.	Anz.	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM
PK	BAT IIa	2	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800
	.		StdHkr	3	61.200	StdHkr.	3	61.200	StdHkr.	3	61.200
	zus.:	2	zus.:	5	270.000	zus.:	5	270.000	zus.:	5	270.000
SV			Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM
			(515)		-	(515)		-	(515)		-
			(522)		3.000	(522)		3.000	(522)		3.000
			zusammen		3.000	zusammen		3.000	zusammen		3.000
I			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.		
			-			-			-		

es bedeuten: PK: Personalbedarf und -kosten (Begründung vgl. 3.7.1)
SV: Sächliche Verwaltungsausgaben (Begründung vgl. 3.7.2)
I: Investitionen (Geräte über DM 20.000; Begründung vgl. 3.7.3)

3.7.1 Begründung des Personalbedarfs

	Name, akad. Grad, Dienststellung	engeres Fach des Mitarbeiters	Bezeichnung des Institutes oder der Hochschule	Anteil der aufgew. Gesamt-arbeitszeit (bera-tend: B)	im SFB tätig seit	derzeitige Einstufung und beantragte Ver-gütungs-gruppe
Grundausstattung 3.7.1.1 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Härder, T.; Prof. Dr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	5	1.1.98	
	(2) Ritter, Dr.	Prakt. Inf.	Fb Inf., Uni KL	10	1.1.98	
	(3) H.-P. Steiert	Prakt. Inf	FB Inf., Uni KL	20	1.1.98	
	(4) Zhang, N., M. Sc.	Prakt. Inf.	Fb Inf., Uni KL	10	1.1.98	
Ergänzungsausstattung 3.7.1.3 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Mahnke, W., Dipl-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	38,5	15.3.98	IIa
	(2) Marder, U., Dipl.-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	38,5	1.3.98	IIa
	(3) Zhang, W.P., StHkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19		
	(3) N.N., StHKr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19		
	(3) N.N., StHKr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19		
3.7.1.4 nichtwissenschaftl. Mitarbeiter						

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Grundausstattung

Der erste wissenschaftliche Mitarbeiter (Steiert) ist für die Bearbeitung der Arbeitspakete des Arbeitschwerpunktes B vorgesehen.
Der zweite wissenschaftliche Mitarbeiter (N. Zhang) ist für die Bearbeitung des Arbeitspakets C1 vorgesehen.

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Ergänzungsausstattung

Der erste wissenschaftliche Mitarbeiter (Mahnke) ist für die Bearbeitung der Arbeitspakete A1, A2, A4 und A5 vorgesehen und unterstützt darüberhinaus den Arbeitsschwerpunkt B durch Bearbeitung der Arbeitspakete B1 und B2.
Der zweite wissenschaftliche Mitarbeiter (Marder) ist für die Bearbeitung der Arbeitspakete A1, A3, A4 und A5 vorgesehen.

Die erste Hilfskraft (W. Zhang) ist für die Durchführung der in Arbeitspaket C2 vorgesehenen Leistungsmessungen vorgesehen.
Die zweite Hilfskraft ist für Implementierungsarbeiten an der SFB-501-EB vorgesehen.
Die dritte Hilfskraft ist für Implementierungsarbeiten im Arbeitsschwerpunkt B vorgesehen.

3.7.2 Aufgliederung und Begründung der sächlichen Verwaltungsausgaben

	2001	2002	2003
Für sächliche Verwaltungsausgaben stehen als **Grundausstattung** voraussichtlich zur Verfügung	Mittel für sächliche Verwaltungsausgaben in der Grundausstattung werden zentral vom Fachbereich Informatik verwaltet und können deshalb nicht in Arbeitsgruppen aufgeschlüsselt werden.		
Für sächliche Verwaltungsausgaben werden als **Ergänzungsausstattung** beantragt (entspricht den Summen “sächliche Verwaltungsausgaben“ in Übersicht 3.7)	3.000	3.000	3.000

Begründung zur Ergänzungsausstattung der Sächlichen Verwaltungsausgaben

Die sächlichen Verwaltungskosten in der Ergänzungsausstattung werden zur Finanzierung von Literaturrecherchen, kleineren Geräteerweiterungen und elektronischem Kleinmaterial benötigt.

3.7.3 Investitionen (Geräte über 20.000 brutto)

Bezeichnung des Gerätes (ggf. mit Typenbezeichnung)	Einzelpreis 2001	Einzelpreis 2002	Einzelpreis 2003
	-	-	-
Summe	-	-	-

Projektbereich B

Generische Modelle und Methoden der Systementwicklung

3 Projektbereich B: Generische Modelle und Methoden der Systementwicklung

3.01 Zusammenfassende Darstellung des Projektbereiches

In diesem Projektbereich werden generische Prozess- und Produktmodelle untersucht sowie Methoden für ihre werkzeuggestützte Erstellung und Wiederverwendung entwickelt.

In den Teilprojekten B1 und B2 entsteht ein generischer Prozessrahmen, der alle Software-Entwicklungsaktivitäten abdeckt. Dabei steht im Vordergrund die Verknüpfung und Integration von existierenden Entwicklungsmethoden und -werkzeugen mit dem Ziel, horizontale und vertikale Verfolgbarkeit von Entwurfsentscheidungen zu gewährleisten. Die Gewinnung, Strukturierung und Wiederverwendung von dynamisch anfallendem Erfahrungswissen ist ein besonderes Anliegen von B2, während in B1 der Aspekt der Qualitätssicherung durch entsprechende Qualitätsmodelle und -sicherungsprozesse einen besonderen Stellenwert besitzt.

In den Teilprojekten B4, B5, B10 und B12 werden generische Produktmodelle und dazu passende Teilprozesse für die Anwendungsfelder Kommunikationssysteme (B4), Betriebssysteme (B5) und Gebäudeautomationssysteme (B10 und B12) untersucht. Alle Anwendungsfelder stellen spezifische Anforderungen an generische Architektur- und Komponententechnologien und ergänzen sich deshalb sinnvoll. B10 und B12, aber auch teilweise D1, konkurrieren in Bezug auf geeignete Softwarearchitekturansätze für das Anwendungsfeld Gebäudeautomation miteinander. Ein wesentlicher Bestandteil im fortgeschrittenen Stadium dieser Teilprojekte wird deshalb auch eine vergleichende Bewertung der unterschiedlichen Ansätze sein. Die Erkenntnisse von C1 hinsichtlich einer möglichst weitgehenden Formalisierung von Architekturwissen werden in diesen Projekten nach Möglichkeit berücksichtigt.

Mit dem Teilprojekt B11 verstärkt der SFB seine Anstrengungen, nichtfunktionale Anforderungen an ein System am wichtigen Beispiel der Zuverlässigkeit auf systematische Weise in eine Systemstruktur umzusetzen. Der Schwerpunkt des Teilprojekts liegt dabei auf dem Prozess und nicht auf den Lösungskonzepten für Fehlertoleranz, die als gegeben angenommen werden.

Aus dem Projektbereich B können sich spezielle Fragestellungen an benötigte Beschreibungstechniken ergeben, bei deren Beantwortung das Teilprojekt C1 Hilfestellung leistet. Werkzeug-Prototypen werden systematisch in den Prozessrahmen integriert und stehen damit im Teilprojekt A1 für Anwendungen zur Verfügung.

3.02 Bisherige und beantragte Förderung des Projektbereiches

Haushaltsjahr	Personalkosten bzw. BAT-Stellen	Sächliche Verwal-tungsausgaben	Investitionen	Gesamt
bis 1997	2296,0	30,0	50,0	2376,0
1998	806,4	13,5	-	819,9
1999	825,6	13,5	-	839,1
2000	730,8	13,5	-	744,3
Zwischensumme	4658,8	70,5	50,0	4779,3
2001	1518,0	23,0	25,0	1566,0
2002	1518,0	21,0	-	1539,0
2003	1518,0	21,0	-	1539,0

(jeweils Ergänzungsausstattung, Beträge in DM 1000,–)

3.1 Allgemeine Angaben zum Teilprojekt B1

3.1.1 Thema

Generische Modellierung von Prozessen und Experimenten

3.1.2 Fachgebiet und Arbeitsrichtung

Informatik, AG Software Engineering

3.1.3 Leiter[1]

Prof. Dr. Dieter Rombach
geb. 6.6.1953
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631/205-2895
Fax: 0631/205-3331
rombach@informatik.uni-kl.de

Die Stelle des Leiters ist befristet (x) nein ( ) ja, bis zum

3.1.4 -entfällt-

3.1.5 In dem Teilprojekt sind vorgesehen

Untersuchungen am Menschen	( ) ja	(x) nein
klinische Studien im Bereich der somatischen Zell- oder Gentherapie	( ) ja	(x) nein
Tierversuche	( ) ja	(x) nein
gentechnologische Untersuchungen	( ) ja	(x) nein

1. Die Aufnahme von Dipl.-Inform. Jürgen Münch als Projektleiter ist nach Abschluss seiner Dissertation vorgesehen.

3.1.6 Bisherige und beantragte Förderung des Teilprojektes

Haushaltsjahr	Personalkosten bzw. BAT-Stellen	Sächliche Verwaltungsausgaben	Investitionen	Gesamt
bis 1997	351,2	3,0	0	354,2
1998	100,8	3,0	0	103,8
1999	103,2	3,0	0	106,2
2000	104,4	3,0	0	107,4
Zwischensumme	308,4	9,0	0	317,4
2001	249,6	3,0	0	252,6
2002	249,6	3,0	0	252,6
2003	249,6	3,0	0	252,6

(jeweils Ergänzungsausstattung, Beträge in DM 1000.-)

3.2 Zusammenfassung

Software-Entwicklungsprozesse bestimmen die Qualität der resultierenden Software. Es gibt eine Vielzahl von Prozessen sowie Entwicklungsansätzen (Techniken, Methoden und Werkzeuge), die im Rahmen dieser Prozesse eingesetzt werden können. Bei der Projektplanung stellt sich somit folgende Aufgabe: Welcher Prozess und welche Entwicklungsansätze sind geeignet, vorgegebene Projektziele (z. B.: hohe Zuverlässigkeit) in einer bestimmten Anwendungsdomäne (z. B.: Gebäudeautomation) unter gegebenen Randbedingungen (z. B.: hohe Erfahrung der Entwickler) zu erreichen? Zur Lösung dieser Planungsaufgabe sind Erfahrungswerte bezüglich der Eignung aller in Frage kommender Entwicklungstechniken sowie -prozesse auf die relevanten Projektziele in dieser Domäne unter den gegebenen Randbedingungen notwendig. Experimente unterschiedlicher Form sind geeignet, derartige Erfahrungswerte zu erhalten.

Langfristiges Ziel dieses Teilprojekts ist die Entwicklung einer generisch ausgelegten Experimentiermethodik für die Gewinnung detaillierter Erfahrungswerte.

In der ersten Förderungsperiode wurde eine initiale, überwiegend manuelle experimentelle Methodik für die Durchführung von Experimenten und Fallstudien erstellt. Insbesondere wurden Techniken und Prototypwerkzeuge für die sichten-basierte Erstellung und explizite Repräsentation von Software-Entwicklungsprozessen (in Form von sog. Prozessmodellen) entwickelt. Des Weiteren wurden Techniken zur Definition von Messzielen, zur Ableitung von Metriken sowie zur Instrumentierung von Prozessen und Produkten entwickelt. Für die Ablage und Wiederverwendung der Ergebnisse von Experimenten wurde ein Schema bereitgestellt.

In der zweiten Förderungsperiode wurden diese Methoden, Techniken und Werkzeuge erprobt und optimiert. Die Optimierung erfolgte einerseits hinsichtlich der

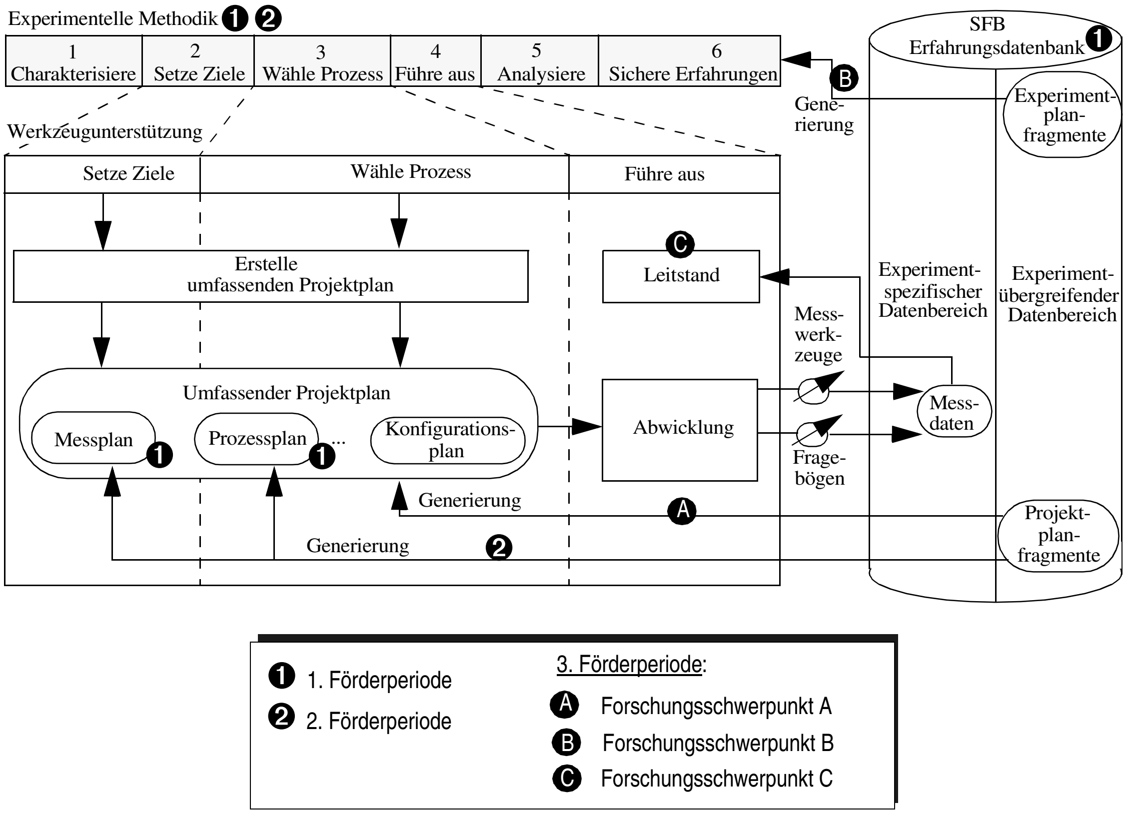


Abb. B1.1: Generisch ausgelegte Experimentiermethodik

Erhöhung der Wiederverwendbarkeit von Messplänen und Prozessmodellen durch deren generische Auslegung für das Anwendungsgebiet „Gebäudeautomation”. Andererseits wurde die Wiederverwendbarkeit von Ergebnissen vergangener Experimente durch deren Ablage im experimentübergreifenden Datenbereich der Erfahrungsdatenbank des SFB erhöht.

In der dritten Förderperiode wird die Generierung umfassender Projektpläne angestrebt, wobei verschiedene Sichten (z. B.: Messsicht, Prozesssicht) konsistent integriert werden können. Des Weiteren soll die Experimentiermethodik generisch ausgelegt werden, sodass eine flexible Anpassung an verschiedene Experimentierkontexte und -ziele erleichtert wird. Diese und bisherige Forschungsaufgaben des Teilprojekts B1 betreffen im wesentlichen Aspekte der *Projektplanung* und der *methodischen Fundierung von Experimenten*. In der dritten Förderperiode sollen zusätzlich Forschungsaufgaben bearbeitet werden, die im Bereich der *Abwicklung* von Projekten und Experimenten angesiedelt sind. Zur verbesserten Abwicklung von Projekten soll ein Leitstand zur messbasierten Projektsteuerung eingerichtet werden. Die Erweiterung des Forschungsumfangs des Teilprojekts B1 ergibt sich aus der Notwendigkeit, grundlegende Prinzipien der bisher entwickelten Ansätze systematisch und effektiv auf den Bereich der Abwicklung zu übertragen. Für diese Aufgaben wird eine zweite wissenschaftliche Mitarbeiterstelle benötigt.

Aufbauend auf den Ergebnissen der ersten beiden Förderungsperioden sollen die folgenden, sich ergänzenden Forschungsschwerpunkte bearbeitet werden:

a) Entwicklung einer Methodik zur Generierung umfassender Projektpläne unter Einbeziehung expliziter Qualitätsmodelle;
b) Entwicklung einer Methodik zur Generierung von Experimentfamilien;
c) Untersuchung, Realisierung und Erprobung von Techniken zur automatisierten Datenerfassung, -interpretation, -präsentation und Qualitätssicherung im Rahmen eines Prozessleitstands (dies erlaubt eine On-Line-Unterstützung für das Projektmanagement und die Qualitätssicherung).

Im Falle einer Durchführung von Industrieprojekten in der dritten Förderungsperiode wird neben einer SFB-internen Evaluierung der Ergebnisse des Teilprojekts eine Extern-Erprobung in einem industriellen Anwendungsprojekt angestrebt.

3.3 Stand der Forschung

Die nachfolgende Veröffentlichungsliste gibt einen kurzen, repräsentativen Überblick über den derzeitigen Stand der Forschung in den für das Teilprojekt B1 relevanten Themengebieten. Eine aktuelle Übersicht über derzeit existierende Ansätze zur *Generierung umfassender Projektpläne* enthält [5]. Neben den hier dargestellten Ansätzen gewinnen bei der Wiederverwendung von Prozesswissen in jüngster Zeit Prozessmuster-basierte Ansätze eine zunehmende Bedeutung [1][4]. Eine Übersicht aktueller Forschungsansätze speziell für Prozessmodellierungsansätze enthält [3]. Wesentliche Forschungsarbeiten zum Themengebiet *Generierung von Experimentfamilien* sind in [2] beschrieben. Hier finden sich einerseits existierende Experimentfamilien für ausgewählte Software-Entwicklungstechniken, andererseits wird die Experimentierhistorie beschrieben, die zur Erstellung dieser Familien führte. Eine aktuelle Übersicht derzeit existierender Experimentiertechniken gibt [8]. Zum Themengebiet *Prozessleitstand* gibt es eine Vielzahl von Monitoring-, Controlling- und Datenpräsentationstechniken. Diese Ansätze sind jedoch maßgeschneidert für Domänen (z. B.: Produktionsprozesse, Geschäftsprozesse), die sich in wesentlichen Charakteristika (z. B.: Kreativität der Prozesse, Datenumfang) von der Software-Entwicklung unterscheiden. Ein rudimentär Ansatz aus der Domäne “Software-Entwicklung” ist der SME-Ansatz des NASA-SEL, der im WebMe-Ansatz weiterentwickelt wurde [6][7].

Literatur

[1] Scott W. Amber. *Process Pattern: Building Large-Scale Systems Using Object Technology.* Cambridge University Press, 1998.

[2] V. Basili, F. Shull und F. Lanubile: *Building Knowledge through Families of Experiments*, IEEE Transactions on Software Engineering, 1999.

[3] Gianpaolo Cugola und Carlo Ghezzi: *Software Processes: a Retrospective and a Path to the Future.* Software Process - Improvement and Practice, 4(3): 101-123, September 1998.

[4] Hajimu Iida: *Pattern-oriented Approach to Software Process Evolution.* In Proceedings of the International Workshop on Process of Software Evolution (IWPSE'99), Fukuoka City, Japan, 16.-17. Juli 1999.

[5] Jürgen Münch: *Anpassung von Vorgehensmodellen im Rahmen ingenieurmäßiger Softwarequalitätssicherung.* In Tagungsband des 6. Workshops der Fachgruppe 5.1.1 (GI): Vorgehensmodelle, Prozessverbesserung und Qualitätsmanagement, Kaiserslautern, 19.-20. April, 1999.

[6] R. Tesoriero und M. V. Zelkowitz: *WebME: A Web-based tool for Data Analysis and Presentation*, IEEE Internet Computing, September/Oktober 1998.

[7] R. Tesoriero und M. V. Zelkowitz: *Using the Internet to Combine and Analyze Distributed Software Engineering Data*. Software Engineering over the Internet Workshop, April 1998.

[8] C. Wohlin, P. Runeson, M. Höst, M. C. Ohlsson, B. Regnell, A. Wesslen: *Experimentation in Software Engineering. An introduction*. The Kluwer International Series in Software Engineering, Kluwer Academic Publishers, Boston 2000.

3.4 Eigene Vorarbeiten

Die in der kommenden Förderungsperiode geplanten Arbeiten bauen größtenteils auf den Ergebnissen der ersten beiden Förderungsperioden auf [28][29]. Die im *Arbeitsschwerpunkt A* zu entwickelnde Methodik basiert a) auf Erfahrungen bei der Modellierung von Methoden für die Entwicklung eingebetteter Systeme und der Ermittlung der generischen Parameter dieser Methoden [5][25][13][22], b) einer werkzeuggestützten Methodik zur Erstellung maßgeschneiderter Projektpläne [5][27][18], c) auf einem Schema zur Repräsentation von Messplänen sowie einer Methodik zu deren Erstellung [9][17][26][10], d) auf der Verfügbarkeit bereits existierender Wiederverwendungsartefakte (z. B.: Planfragmente, Qualitätsmodelle) in der Erfahrungsdatenbank des SFB [12]. Die in *Arbeitsschwerpunkt B* durchzuführenden Forschungsarbeiten basieren auf a) einer im Teilprojekt entwickelten Experimentiermethodik und der Mitarbeit bei der Planung, Durchführung und Analyse von Fallstudien und kontrollierten Experimenten [11][21][23][19][20], b) einer initialen Menge von Experimentfamilien [2]. Die in *Arbeitsschwerpunkt C* vorgesehenen Forschungsarbeiten basieren auf a) Erfahrungen im Bereich "Messen und Bewerten" [24] sowie b) der Entwicklung von Szenarien, die den Nutzen einer zielorientierten, projektbegleitenden Interpretation und Visualisierung von Messdaten in typischen Umplanungssituationen demonstrieren [14][15][16].

Literatur

[9] Eleni Chaitidou: *Erstellung von Projekt- und GQM-Plänen für ein Software-Entwicklungsprojekt.* Projektarbeit, Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, 1998.

[10] Ralph Eiselein: *Definition of measurement points and measurement procedures by using process models and GQM plans.* Diplomarbeit, Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, 1998.

[11] Raimund L. Feldmann, Jürgen Münch, Stefan Queins, Stefan Vorwieger und Gerhard Zimmermann: *Baselining a Domain-Specific Software Development Process.* Technischer Bericht Nr. 02/97, Sonderforschungsbereich 501, Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, 1999.

[12] Raimund L. Feldmann, Jürgen Münch und Stefan Vorwieger: *Towards Goal-Oriented Organizational Learning: Representing and Maintaining Knowledge in an Experience Base*. In Proceedings of the 10th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'98), San Francisco, USA, 18.-20. Juni 1998.

[13] Birgit Geppert, Jürgen Münch und Erik Petersen: *Ein formales Prozeßmodell für die Software-Entwicklungsmethode SOMT (A Formal Process Model for the Software Development Method SOMT).* Technischer Bericht Nr. 03/98, Sonderforschungsbereich 501, Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, 1998.

[14] Sigrid Goldmann, Jürgen Münch und Harald Holz: *A Meta-Model for Distributed Software Development.* In Proceedings of the 8th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET-ICE'99), Stanford, California, USA, 16.-18. Juni 1999.

[15] Sigrid Goldmann, Jürgen Münch und Harald Holz: *Distributed Process Planning Support with MILOS.* In Proceedings of the 11th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'99), Kaiserslautern, 17.-19. Juni 1999. Erweiterte Fassung in International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, Oktober 2000.

[16] Sigrid Goldmann, Jürgen Münch und Harald Holz. *Distributed Process Planning Support with MILOS.* In International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, August 2000.

[17] Matthias Gutheil: *Wartbare Schema-Repräsentation für GQM-Pläne.* Projektarbeit, Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, 1998.

[18] Jens Heidrich: *Conceptual Modeling of Software Development Processes.* Projektarbeit, Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, Februar 2000.

[19] Erik Kamsties, Antje von Knethen, Jan Philipps und Bernhard Schätz: *Eine vergleichende Fallstudie mit CASE-Werkzeugen für objektorientierte und funktionale Modellierungstechniken.* OMER Workshop, 28.-29. Mai 1999, P. Hofmann, A. Schürr (EDS.), OMER Workshop Proceedings Bericht Nr. 1999-01, Mai 1999.

[20] Erik Kamsties, Antje von Knethen, Jan Philipps und Bernhard Schätz: *Eine vergleichende Fallstudie mit CASE-Werkzeugen für formale und semi-formale Beschreibungstechniken.* GI/ITG-Fachgespräch formale Beschreibungstechniken für verteilte Systeme, 1999.

[21] Antje von Knethen, Raimund Feldmann, Jürgen Münch, Stefan Vorwieger: *A Baseline for the Development of Embedded Software*. Technischer Bericht Nr. 4/00, Sonderforschungsbereich 501, Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, 2000.

[22] Antje von Knethen, Jürgen Münch: *Entwicklung eingebetteter Software mit UML: Der Do-it-Prozess V 1.0*, Technischer Bericht Nr. 05/00, Sonderforschungsbereich 501, Fachbereich Informatik, Universitt Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, 2000.

[23] Antje von Knethen, Erik Kamsties, Ralf Reussner und Bin Shen: *A Comparative Case Study with Industrial Requirements Engineering Methods.* 11th International Conference on Software Engineering and its Applications, Paris, 8.-10. Dezember 1998.

[24] F. van Latum, R. van Solingen, M. Oivo, B. Hoisl, D. Rombach und G. Ruhe: *Adopting GQM-based Measurement in an Industrial Environment.* In IEEE Software, Seiten 78-86, Januar/Februar 1998.

[25] Erik Petersen: *Formalisierung ausgewählter Software-Entwicklungsmethoden für reaktive Systeme in MVP-L (Formalization of selected software development methods for reactive systems)*. Diplomarbeit, Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, 1998.

[26] Eric Ras: *Export-/ Importschnittstelle für das Werkzeug GQMPlanner.* Projektarbeit, Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, 1999.

[27] Björn Schmidt: *Modellierung eines adaptierbaren Software-Entwicklungsprozesses.* Projektarbeit, Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, 1999.

[28] Sonderforschungsbereich 501: *Arbeits- und Ergebnisbericht 1995/1996/1997.* Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, 1997.

[29] Sonderforschungsbereich 501: *Arbeits- und Ergebnisbericht 1998/1999/2000.* Fachbereich Informatik, Universität Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, 2000.

3.5 Ziele, Methoden, Arbeitsprogramm und Zeitplan

3.5.1 Ziele und Methoden

Langfristiges Ziel dieses Teilprojekts ist die Entwicklung einer generisch ausgelegten Experimentiermethodik zur Gewinnung empirischer Erfahrungen über Software-Entwicklungsprozesse und -ansätze (Techniken, Methoden, Werkzeuge). Dazu werden die folgenden drei Forschungsschwerpunkte bearbeitet:

Generierung umfassender Projektpläne

Bei der empirischen Erfahrungsgewinnung spielt neben der Prozesssicht die Messsicht eine wichtige Rolle. Die Prozesssicht enthält Informationen über den Entwicklungsprozess, zugeordnete Produkte und Ressourcen sowie Angaben über die Abwicklungsreihenfolge und Zeitvorgaben. Die Messsicht umfasst Informationen zur Definition, Erfassung, Analyse und Interpretation von Messdaten. Im Rahmen der Projektplanung sind darüber hinaus weitere Sichten wie beispielsweise die Konfigurationssicht zu berücksichtigen. In der ersten Förderungsperiode wurden im Teilprojekt B1 Notationen zur Beschreibung der Prozess- und Messsicht entwickelt und erprobt. In der zweiten Förderungsperiode wurden hierauf aufbauend Techniken entwickelt, die es ermöglichen, Prozess- und Messpläne mittels generischer Methoden zu erstellen. In diesem Kontext werden generische Methoden als Beschreibungs- und Generierungstechniken verstanden, durch die eine Wiederverwendung von Prozess- und Messwissen bei der Erstellung neuer Pläne methodisch unterstützt wird. Hierfür wurden Fragmente von Prozess- und Messplänen generisch ausgelegt, d. h., Teilaspekte wurden nur strukturell und damit hinsichtlich konkreter Ausprägung unvollständig spezifiziert. Zur vollständigen Spezifikation der Planfragmente müssen die generischen Parameter instantiiert werden. Die in der zweiten Förderungsperiode entwickelten generischen Methoden sehen vor, dass Prozess- und die Messpläne separat erstellt und anschließend integriert werden. Die Integration erfolgt mittels einer Konsistenzanalyse der beiden Sichten, einer Beseitigung von Widersprüchen und einer anschließenden Instrumentierung der Prozesssicht. Eine solche Vorgehensweise hat zunächst den Vorteil, dass Prozess- und Messaspekte separat untersucht und Variationen innerhalb der jeweiligen Sicht identifiziert werden können.

Folgende Hauptprobleme sind jedoch mit einer solchen Vorgehensweise verbunden:

- Fragmentierung von Sichten: Zusammengehörige Aspekte wie z. B. die Aggregation von Entwicklungsprozessen und die zugehörige Verdichtung von Messgrößen werden getrennt behandelt und teilweise redundant beschrieben. Hierbei können Inkonsistenzen entstehen, die behoben werden müssen. Diese Problematik ist vergleichbar mit der weitgehend separaten Modellierung von

Sichten bei der objektorientierten Softwareentwicklung mit UML (z. B.: der strukturellen Sicht in Form von Klassendiagrammen und der Verhaltenssicht in Form von Sequenz-, Zustands-, Aktivitäts- und Kollaborationsdiagrammen). Die Fragmentierung von Sichten bereitet bei der Projektplanung insbesondere dann Schwierigkeiten, wenn Teile des Plans generiert werden. Wechselseitige Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Sichten (insbesondere zwischen der Mess- und der Prozesssicht) werden in diesem Falle nicht systematisch berücksichtigt.

- Unzureichende Berücksichtigung umfassender Planungsinformation: Neben den bisher berücksichtigten Sichten gibt es weitere Aspekte, die bisher separat behandelt werden (z. B. die Konfigurationsplanung). Eine solche Trennung führt unter anderem zu einer ineffizienten Planerstellung. Beispielsweise wird das Produktmodell redundant für die Konfigurationsplanung modelliert, obwohl es bereits Bestandteil der Prozesssicht ist. Weitergehende Konsequenzen einer auf Einzelaspekte konzentrierten Planung können eine zu geringe Kopplung zwischen verschiedenen Sichten sein und eine damit einhergehende Zweckentfremdung einzelner Sichten. Beispielsweise kann eine nicht ausreichend an den Prozess gekoppelte Konfigurationsplanung zur Folge haben, dass das Konfigurationsmanagement die (so nicht vorgesehene) Aufgabe der Projektsteuerung übernimmt.

Es wird erwartet, dass durch die Entwicklung einer Methodik zur Generierung integrierter Mess- und Prozesspläne und die darauf aufbauende Integration weiterer Planungssichten ein entscheidender Beitrag zur Lösung der erwähnten Probleme beigesteuert werden kann. Im Einzelnen ist Folgendes vorgesehen: Die Erstellungsprozesse für Mess- und Prozesspläne sollen miteinander verzahnt werden. Die Verzahnung soll schrittweise und parallel erfolgen, sodass stufenweise konsistente Resultate entstehen. Dies ermöglicht einerseits eine zielführende Auswahl geeigneter Entwicklungsansätze auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen des Software-Entwicklungsprozesses und andererseits eine konsistente Instrumentierung der Prozesspläne. Erfahrungen des Teilprojekts haben gezeigt, dass die Generierung von Mess- und Prozessplänen die Verwendung expliziter Qualitätsmodelle erfordert. Solche Modelle beschreiben den Zusammenhang zwischen messbaren Einflussfaktoren und relevanten Qualitätsmerkmalen. Resultat eines derartigen Generierungsprozesses ist ein Projektplan, der die Prozess- und Messplanung mit expliziten Qualitätsmodellen integriert. In Zusammenarbeit mit Teilprojekt A1 sollen umfassende Projektpläne erstellt werden, die alle relevanten Planungsaspekte (insbesondere Prozessplanung, Kosten-, Zeit- und Personalplanung, Messplanung, Konfigurationsplanung, Qualitätssicherungsplanung, Projektmonitoring-Planung) umfassen. Aufgebaut wird a) auf in der ersten Förderperiode entwickelten Notationen zur expliziten Modellierung von Prozessen, b) auf in der zweiten Förderperiode entwickelten kompositions- und generierungsbasierten Methoden zur Wiederverwendung von Prozessmodellen, sowie c) einer Menge von Qualitätsmodellen, die in der Erfahrungsdatenbank des SFB vorhanden ist. Zugrundeliegende Methoden und Techniken basieren auf den Prozessmodellierungsansätzen MVP-L und MILOS sowie dem GQM-Messansatz.

Im Kontext dieses Forschungsschwerpunkts existieren folgende Forschungsfragen:

- Welche Beziehungen existieren zwischen unterschiedlichen Plan-Sichten?
- Welcher Effizienzgewinn kann durch Generierung erreicht werden?

Generierung von Experimentfamilien

Die Erprobung von Modellen, Methoden, Techniken und Werkzeugen im SFB erfolgt mit Hilfe von Fallstudien und kontrollierten Experimenten, durch die sich systematisch Erkenntnisse gewinnen lassen. Dies erfordert eine Methodik zur Durchführung von Experimenten im Software Engineering im allgemeinen, die für den SFB instantiiert werden muss. Im Rahmen dieser Methodik können verschiedene Experimenttechniken (z. B.: Entwurfs-, Analyse-, Datenvalidierungstechniken) angewandt werden. In der ersten Förderungsperiode wurde initial eine experimentelle Methodik entwickelt, die in der zweiten Förderungsperiode anhand von Erfahrungen in durchgeführten Experimenten verfeinert bzw. modifiziert wurde. Die hierbei zu treffende Auswahl einzelner Experimentiertechniken (Entwurfs-, Datenvalidierungs-, Analyse-, Interpretationsverfahren etc.) erfolgte im jeweiligen Kontext der Experimente im Anschluss an eine gründliche Analyse der Einflussfaktoren. Insbesondere die Auswahl und Anpassung experimenteller Entwürfe, sogenannter *Experimentpläne*, ist abhängig von einer Vielzahl von Einflussfaktoren. Eine wichtige Rolle spielen dabei der untersuchte Gegenstand (Modell, Technik, Methode, Werkzeug), der zu untersuchende Qualitätsaspekt (z. B.: Zuverlässigkeit), der experimentelle Kontext (z. B.: Anzahl der Subjekte, zeitliche Restriktionen) sowie der mit dem Experiment verfolgte Zweck. Darüber hinaus haben die beabsichtigte Skalierbarkeit, die gewünschte Validität der Resultate und der geplante Grad der Wiederholbarkeit einen entscheidenden Einfluss auf die Auswahl und Anpassung der verwendeten Entwurfstechnik.

Beim Einsatz der experimentellen Methodik wurden folgende Hauptprobleme identifiziert:

- Ineffiziente Analyse der Einflussfaktoren: Ausgehend von den jeweiligen Vorbedingungen, die beim Einsatz von Experimentiertechniken gelten müssen, wurde im Sinne einer Checklistenüberprüfung eine Menge verschiedener Techniken hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit bewertet und darauf basierend eine Auswahl getroffen. Hierbei wurde bereits eine domänenspezifische Vorauswahl berücksichtigt, jedoch nicht spezielle Randbedingungen, die bei Klassen von Experimenten gelten. Solche Klassen (sog. Familien) könnten z. B. Experimente mit Echtzeit-Spezifikationstechniken sein oder Experimente, in deren Mittelpunkt eine Untersuchung des Zuverlässigkeitsaspekts steht.

- Unzureichende Kenntnis der Abhängigkeiten zwischen Experimentiertechniken: Einzelne Experimentiertechniken können sich gegenseitig beeinflussen. So kann beispielsweise eine Entwurfstechnik nur in Kombination mit einer Menge von Analyseverfahren verwendet werden, die wiederum bestimmte Validitätsgrade der Resultate bedingen. Die bisher existierende experimentelle Methodik berücksichtigt solche Abhängigkeiten nur indirekt. Es fehlt eine explizite Darstellung der Abhängigkeiten.
- Geringe Wiederverwendbarkeit: Die Wiederverwendung von Experimentplänen, die in vergangenen Experimenten verwendet wurden, ist nur unzureichend möglich. Ein Grund hierfür ist das weitgehende Fehlen von Konstrukten zur Beschreibung generischer Experimentpläne.

Es wird erwartet, dass die Generierung von Experimentfamilien einen wesentlichen Beitrag zur Lösung der erwähnten Probleme darstellt. Hierbei kann auf existierenden Experimentfamilien aufgebaut werden [2]. Der Ausdruck “Generierung von Experimentfamilien” subsumiert die effektive und effiziente, wiederverwendungsorientierte Erstellung von maßgeschneiderten Plänen für die Durchführung von Experimenten (eingeschränkt auf Experimentklassen, die für den SFB eine herausragende Bedeutung haben). Metaanalysetechniken bieten die Möglichkeit, systematisch Ergebnisse ähnlicher Experimente zu analysieren und daraus Schlüsse zu ziehen, die im Kontext der Einzelexperimente nicht ermittelbar sind. Dieses analytische Wissen soll bei der Generierung von Experimentfamilien berücksichtigt werden. Insbesondere sollen hiermit Aussagen darüber gemacht werden, welche zusätzlichen Experimentvarianten bzw. welche Serie von Experimenten durchgeführt werden muss, um bestimmte experimentelle Hypothesen überprüfen zu können.

Im Einzelnen ist in diesem Forschungsschwerpunkt folgendes vorgesehen: Die in diesem Teilprojekt entwickelte Experimentiermethodik soll als anpassbarer Prozess zur empirischen Erfahrungsgewinnung formuliert werden. Dies beinhaltet die genaue Definition von Experimentzielen und -kontexten sowie hierauf aufbauend die geeignete Auswahl und Anpassung von Experimentplänen und Techniken zur Datenerfassung, -validierung, -analyse und -interpretation. Wesentliche Einflussfaktoren hinsichtlich der Beschaffenheit des Prozesses sind zu berücksichtigen. Die Kenntnis und explizite Darstellung des Einflusses solcher Faktoren auf verschiedene Experimentiertechniken unterstützt die effiziente Generierung einer maßgeschneiderten Vorgehensweise, verspricht die Erzielung mathematisch valider Resultate und ermöglicht die Generierung von Experimentvarianten für wichtige Klassen experimenteller Fragestellungen. Aufgebaut wird auf der im Teilprojekt entwickelten Experimentiermethodik und deren Erprobung/Optimierung im SFB sowie dem QIP-Ansatz für lernende Software-Entwicklungsorganisationen. Im Falle einer Durchführung von Industrieprojekten in der dritten Förderungsperiode wird angestrebt, auch die Durchführung von externen Experimenten mit der Methodik zu unterstützen.

In diesem Zusammenhang existieren folgende Forschungsfragen:

- Welches sind wichtige Einflussfaktoren für Experimente?
- Wie spezifiziert man Projektziele und -charakteristika für Experimente?
- Welche Reuse-Techniken (kompositions-/generierungsbasiert) sind geeignet?
- Wie integriert man interne und externe Erprobungsergebnisse?

Prozessleitstand

Die zielgerichtete Steuerung von Experimenten und Projekten setzt ein verteiltes Qualitätsmanagement voraus, das die plangerechte Abwicklung des Entwicklungsprozesses überwacht und Zielabweichungen (z. B.: Qualitätseinbußen, Verzögerungen) frühzeitig erkennt. Zu diesem Zwecke wird ein Prozessleitstand eingerichtet, mit dem folgende Ziele verfolgt werden: a) erhöhte Sichtbarkeit des Projektfortschritts durch den Vergleich von Soll-Ist-Daten, b) kontinuierliche Qualitätskontrolle, c) eine Erhöhung der Übereinstimmung der realen Entwicklungstätigkeiten mit dem Entwicklungsprozess, d) eine Verbesserung der Entscheidungsgrundlage bei Umplanungen, e) eine genauere Bewertung von Projekten zum Zwecke der Verbesserung. In den ersten beiden Förderungsperioden wurden Offline-Datenanalysen zur Projektkontrolle in Anwendungsprojekten des SFB durchgeführt.

Hierbei wurden folgende Hauptprobleme identifiziert:

- Fehlende Entscheidungsgrundlagen zur Projektsteuerung: Die Einleitung zielgerichteter Reaktionen (z. B. Umplanungen) bei Abweichungen von Qualitätszielen setzt eine systematische Qualitätskontrolle voraus. Die zielgerichtete Steuerung und Umplanung von Entwicklungsprojekten konnte nur bedingt durchgeführt werden, da nur wichtige Kenngrößen (insbesondere Fehler, Aufwand und Kalenderzeit) während des Projekts analysiert, interpretiert und dem Projektmanager zur Verfügung gestellt wurden. Somit mussten Umplanungsentscheidungen basierend auf wenigen quantitativen Kenngrößen sowie Projekt- und methodisch-bedingten Vorgaben getroffen werden. Erschwerend kam hinzu, dass die Aufbereitung der quantitativen Messdaten nicht rollenspezifisch erfolgte (z. B. für die Sicht eines Managers, eines Entwicklers oder eines Qualitätssicherers).
- Unzureichende Berücksichtigung der verteilten Entwicklung: Bisherige Ansätze des Qualitätsmanagements gehen typischerweise von einem zentralen, konzeptuell einheitlich geplanten und durchgeführten Entwicklungsprozess aus. Die zunehmende räumliche und zeitliche Verteilung von Software-Entwicklungstätigkeiten erfordert entsprechende Anpassungen des Qualitätsmanagements. Beispielsweise ist davon auszugehen, dass Messdaten an verschiedenen Orten in verschiedenen Formaten vorliegen. Neuere Qualitätsmanagementansätze müssen eine Integration über organisatorische Grenzen hinweg leisten, aktuelle Informationen über den Projektstatus allen

Projektbeteiligten zugänglich machen sowie die Analyse von Projektdaten in verteilten, heterogenen Umgebungen ermöglichen.

- Unzureichende Berücksichtigung der Spezifika der Software-Entwicklung: Viele existierende Monitoring-, Vorhersage- und Datenpräsentationsverfahren sind nicht an die Charakteristika der Software-Entwicklung angepasst. Solche Charakteristika sind insbesondere die Mensch-basierte Entwicklung in Teams, häufige Änderungen der Projektziele und des Projektkontexts oder die inhärente Kreativität vieler Entwicklungsschritte. Dies muss sich in den Anforderungen an einen Prozessleitstand widerspiegeln. Beispielsweise ist die Konsistenz subjektiver Maße zu gewährleisten, Vorhersagen sind unter Berücksichtigung des Projektkontexts zu ermitteln und Kontrollkriterien müssen änderbar sein.
- Geringer Automatisierungsgrad: Die Online-Analyse, -interpretation und -visualisierung von Messdaten wird derzeit nicht unterstützt. Die projektbegleitende Datenauswertung der wichtigsten Kenngrößen sowie die detaillierten Abschlussanalysen erfolgen derzeit (semi-)automatisch.

Es wird erwartet, dass durch die Untersuchung, Realisierung und Erprobung von Techniken zur verteilten, automatisierten Datenerfassung, -interpretation, -präsentation und Qualitätssicherung im Rahmen eines Prozessleitstands ein essentieller Beitrag zur Lösung der erwähnten Probleme beigesteuert werden kann. Im Einzelnen ist folgendes vorgesehen: Es sollen Techniken zur Einrichtung eines Prozessleitstands auf der Basis der projektspezifischen Erfahrungsdatenbank des SFB (integriert mit MILOS) realisiert und eingesetzt werden. Es soll ermöglicht werden, eine systematische Qualitätskontrolle während der Entwicklung durchzuführen, sodass begründete zielgerichtete Reaktionen (z. B. Umplanungen) bei Abweichungen von Qualitätszielen eingeleitet werden können.

Aufgebaut wird auf Erfahrungen mit der Datenanalyse zur Projektkontrolle, auf Projekttraces aus durchgeführten Projekten, dem Mechanismus zur Interpretation von Daten mittels GQM, einem von Teilprojekt A1 entwickelten Werkzeug zur prozessgekoppelten Produktverwaltung, das die Möglichkeit des Monitorings von Produktattributen anbietet, sowie der Ausführungsmaschine MILOS, die eine verteilte Entwicklung ermöglicht. Der SME- und der WebME-Ansatz (NASA Software Engineering Laboratory) zur Kombination und Modellierung verteilter Daten dienen als Ausgangspunkt für die Entwicklung geeigneter Analysetechniken des Prozessleitstands. Gegenwärtige angewandte Forschung im Kontext des VEKTOR-Projekts der Daimler-Chrysler AG mit dem Fraunhofer IESE unterstreicht die Praxisrelevanz dieses Forschungsschwerpunkts.

In diesem Forschungsschwerpunkt existieren folgende Forschungsfragen:

- Wie visualisiert man den Projektzustand in geeigneter Weise für Projektmanagement und Qualitätssicherung?

- Wie können neue Projekte mit vorangegangenen Projekten verglichen werden, um Trends und Abweichungen von erwartetem Verhalten zu bestimmen?
- Wie kann die Detektion von kritischen Projektzuständen (im Sinne eines "Frühwarnsystem") automatisiert werden?

3.5.2 Arbeitsprogramm

Arbeitsschwerpunkt A: Generierung umfassender Projektpläne

In diesem Arbeitsschwerpunkt wird eine Methodik zur Generierung umfassender Projektpläne unter Einbeziehung expliziter Qualitätsmodelle entwickelt. Dabei wird auf Vorarbeiten aus den ersten beiden Förderungsperioden aufgesetzt. Folgende Arbeitspakete sind vorgesehen:

Arbeitspaket A1: Entwicklung einer Methodik zur Generierung umfassender Pläne aus Projektzielen und -charakteristika

In diesem Arbeitspaket wird eine systematische Methodik zur Generierung von integrierten Mess- und Prozessplänen entwickelt. Eingabe für den Generierungsprozess ist eine detaillierte Beschreibung der Projektziele und -charakteristika sowie eine Menge von wiederverwendbaren Planfragmenten und Qualitätsmodellen. Die Methodik soll aufgrund dieser Eingabewerte maßgeschneiderte Pläne erzeugen. Zusätzlich ist eine geeignete Darstellungsform für die Beschreibung von Qualitätsmodellen zu entwickeln. Hinsichtlich der Wiederverwendung von Planfragmenten werden zwei prinzipielle Ansätze, die auch im Produktbereich Anwendung finden, unterschieden: 1) Beim kompositionsbasierten Ansatz werden durch das Zusammenfügen von Bauteilen Gesamtsysteme erstellt. Die Bauteile werden dabei mit möglichst wenigen Veränderungen aus früheren Entwicklungen übernommen. 2) Beim generierungsbasierten Ansatz wird aus einer Spezifikation halb- oder vollautomatisch ein Gesamtsystem erstellt. Dabei werden nicht Bausteine, sondern vielmehr typische Strukturen, Verwendungsmuster und Architekturen wiederverwendet. Für die Generierung eines maßgeschneiderten Prozessplans wurde im Teilprojekt bereits ein Ansatz entwickelt, der zunächst eine zielführende Planung mittels Komposition von Planfragmenten vorsieht. Die ausgewählten Planfragmente werden daraufhin mittels einer generierungsbasierten Methodik an den Projektkontext angepasst und schließlich integriert. Für Messpläne existiert bereits eine kompositionsbasierte Methodik, die eine Template-orientierte Wiederverwendung von Messplänen unterstützt. Aufbauend auf Erfahrungen dieser bereits vorhandenen Ansätze soll ein integrierter Ansatz entwickelt werden, der beide Sichten berücksichtigt.
Personalbedarf: 18 PM

Arbeitspaket A2: Integration weiterer Plansichten

In diesem Arbeitspaket wird in Zusammenarbeit mit A1 eine Methodik entwickelt, die es erlaubt, weitere Plansichten mit dem Prozess- und Messplan zu integrieren.

Dies sind insbesondere die Konfigurationsplanung, die Qualitätssicherungsplanung und die Projektmonitoring-Planung. Basierend auf existierenden Notationen zur Beschreibung dieser Planungsaspekte sind Kriterien für eine geeignete Darstellung der Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Sichten abzuleiten (z. B.: Kopplung von Produkt- und Konfigurationsmodell). Anhand dieser Kriterien sollen existierende Notationen untersucht und mit den im Teilprojekt bereits entwickelten Notationen integriert werden. Dies setzt eine sorgfältige Analyse der wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Sichten voraus.
Personalbedarf: 12 PM

Arbeitsschwerpunkt B: Generierung von Experimentfamilien

In diesem Arbeitsschwerpunkt wird eine Methodik zur Generierung von Experimentfamilien entwickelt. Dabei wird auf Vorarbeiten aus den ersten beiden Förderungsperioden aufgesetzt. Als externer Berater für diesen Arbeitsschwerpunkt konnte Professor Basili von der University of Maryland, USA, gewonnen werden. Folgende Arbeitspakete sind vorgesehen:

Arbeitspaket B1: Analyse relevanter Einflussfaktoren von Experimentplänen und Experimentiertechniken

In diesem Arbeitspaket werden Einflussfaktoren identifiziert, die die Auswahl und Anpassung von Experimentiertechniken (speziell: Entwurfs-, Datenvalidierungs und Analysetechniken) beeinflussen. Des Weiteren werden wechselseitige Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Experimentiertechniken und deren Kombinierbarkeit untersucht und explizit beschrieben. Beispielsweise muss berücksichtigt werden, dass die Verwendung einiger Analysemethoden nur bestimmte Arten von Experimentplänen und Datenvalidierungstechniken erlaubt, die wiederum nur in bestimmten Kontexten anwendbar sind. Die Ausprägung dieser Parameter ist entscheidend für die Planung des Experiments. Die Wirkung der identifizierten Parameter auf Experimentiertechniken wird untersucht und beschrieben.
Personalbedarf: 6 PM

Arbeitspaket B2: Generische Auslegung Experimentplänen

In diesem Arbeitspaket sollen ausgewählte Experimentpläne generisch ausgelegt werden. Der Entwurf ist der zentrale Bestandteil eines Experiments und hat großen Einfluss auf die praktische Realisierung des Experiments. Experimentpläne (z. B.: Zwei-Gruppen-Plan, fraktional-faktorieller Plan) sind für Klassen von Experimenten, die im SFB eine herausragende Rolle spielen, auszuwählen und generisch auszulegen. Dies umfasst die Entwicklung von Konstrukten zur Beschreibung generischer Experimentpläne. Des Weiteren sind Informationen über die Konsequenzen der Auswahl eines bestimmten Entwurfstyps zu ermitteln und explizit zu beschreiben.
Personalbedarf: 6 PM

Arbeitspaket B3: Generierung von Experimentvarianten

In diesem Arbeitspaket soll die in diesem Teilprojekt entwickelte Experimentiermethodik als anpassbarer Prozess zur empirischen Erfahrungsgewinnung formuliert werden. Dies beinhaltet die genaue Definition von Experimentzielen und -kontexten sowie hierauf aufbauend die geeignete Auswahl und Anpassung der generisch ausgelegten Experimentiertechniken. Ziel des Arbeitspaketes ist es, für ausgewählte Experimenttypen effektiv und effizient eine Anleitung erstellen zu können, mittels derer Experimente korrekt durchgeführt und mathematisch valide Resultate erzielt werden können.
Personalbedarf: 10 PM

Arbeitspaket B4: Vergleich von SFB-internen mit SFB-externen Erprobungsergebnissen

Im Falle einer Durchführung von Industrieprojekten in der dritten Förderungsperiode wird angestrebt, auch die Durchführung von externen Experimenten mit der Methodik zu unterstützen. Hierbei sind besondere Rahmenbedingungen zu Berücksichtigen, die im industriellen Kontext existieren (z. B.: geringe Verfügbarkeit professioneller Entwickler; Parallelität oder Überdeckung von Fallstudien/Experimenten mit industriellen Anwendungsentwicklungen). Des Weiteren ist geplant, SFB-interne und SFB-externe Experimentergebnisse unter Berücksichtigung der Verschiedenartigkeit der Kontexte miteinander zu vergleichen. Hierfür ist der Einsatz von Metaanalyseverfahren geplant.
Personalbedarf: 9 PM

Arbeitsschwerpunkt C: Prozessleitstand

In diesem Arbeitsschwerpunkt erfolgt die Untersuchung, Realisierung und Erprobung von Techniken zur automatisierten Datenerfassung, -interpretation, -präsentation und Qualitätssicherung im Rahmen eines Prozessleitstands. Dabei wird auf Vorarbeiten aus den ersten beiden Förderungsperioden aufgesetzt. Folgende Arbeitspakete sind vorgesehen:

Arbeitspaket C1: Entwicklung einer Technik zur zielorientierten Erfassung, Interpretation und Präsentation von Messdaten

In diesem Arbeitspaket soll eine umfassende Übersicht über Techniken zur Kontrolle, Analyse, Interpretation und Visualisierung von Messdaten erstellt werden. Hierunter fallen insbesondere Techniken aus den Bereichen Monitoring, Controlling sowie der Datenpräsentation. Gegeben werden soll eine Übersicht der Techniken im Bereich der Software-Entwicklung sowie in anderen Anwendungsfeldern. Hierbei ist insbesondere gedacht an a) wirtschaftswissenschaftliche Anwendungsfelder (Geschäftsprozesse, Produktionsprozesse, Entwicklungsprozesse) sowie b) ingenieurwissenschaftliche Anwendungsfelder (physikalische Prozesse; z. B. Überwachung von Regelkreisen). Des Weiteren sollen Anforderungen an einen Prozessleitstand in der Software-Entwicklung aufgestellt werden. Hierbei sind die Spezifika

der Software-Entwicklung (z. B. Mensch-basierte Entwicklung, Erfordernis der Anpassung von Techniken an unterschiedliche Kontexte) zu berücksichtigen. Die untersuchten Techniken sollen daraufhin anhand der ermittelten Anforderungen bewertet werden. Hierauf aufbauend soll eine Methode zur zielorientierten Kontrolle, Analyse, Interpretation und Visualisierung des aktuellen Projektzustandes entwickelt werden. Dafür sollen geeignete Techniken ausgewählt, angepasst und integriert werden. Des Weiteren soll auf dem GQM- und dem MVP- beziehungsweise MILOS-Ansatz aufgesetzt werden.
Personalbedarf: 18 PM

Arbeitspaket C2: Realisierung eines unterstützenden Werkzeugs zur prozessbegleitenden Interpretation und Visualisierung von Messdaten

In diesem Arbeitspaket soll ein Werkzeugs realisiert werden, dass die in Arbeitspaket C1 beschriebene Methode teil-/automatisiert. Insbesondere soll es die zur Qualitätskontrolle notwendigen Informationen für einen Qualitätssicherer visualisieren und die Messdaten als Grundlage für die Projektsteuerung geeignet aufbereiten (für die Rolle des Projektmanagers). Eine Anbindung an die flexible Ausführungsmaschine MILOS ist vorgesehen. Für die Realisierung des Prozessleitstandes sind in Abstimmung mit Teilprojekt A2 folgende Inkremente vorgesehen: 1) Erstellung eines Systementwurfs gemäß den in Arbeitspaket C1 abgeleiteten Anforderungen; 2) Entwicklung einer Analysekomponente zur prozessbegleitenden Analyse und Interpretation der Messdaten; 3) Entwicklung einer Visualisierungskomponente zur zweckorientierten, rollenspezifischen Darstellung der Informationen im MILOS-Planungs- und Qualitätssicherungsfenster. Die Validierung des Werkzeugs erfolgt in Arbeitspaket D3.
Personalbedarf: 21 PM

Arbeitsschwerpunkt D: Evaluierung entwickelter Techniken und Werkzeuge

In diesem Arbeitsschwerpunkt werden die Methoden zur Generierung von umfassenden Projektplänen, Experimentfamilien sowie der Prozessleitstand im Rahmen von Fallstudien und Experimenten empirisch validiert. Dazu wird insbesondere das SFB-Praktikum herangezogen. Folgende Arbeitspakete sind vorgesehen:

Arbeitspaket D1: Evaluierung der Methodik zur Generierung von umfassenden Projektplänen

In diesem Arbeitspaket wird eine Evaluierung der in Arbeitsschwerpunkt A entwikkelten Methodik im Rahmen von Experimenten und Fallstudien durchgeführt. Ein wesentliches Ziel der Evaluierung ist der Nachweis, dass mit Hilfe der Methodik und des Werkzeugs umfassende Projektpläne mit weniger Aufwand und mit weniger Inkonsistenzen generiert werden können als ohne diese Methodik.
Personalbedarf: 6 PM

Arbeitspaket D2: Evaluierung der Methodik zur Generierung von Experimentfamilien

In diesem Arbeitspaket wird die in Arbeitsschwerpunkt B entwickelte Methodik zur Generierung von Experimentfamilien erprobt. Es soll die Fragestellung überprüft werden, ob der Grad der Wiederverwendung von Experimentplänen im Vergleich zur bisherigen Vorgehensweise signifikant gesteigert werden kann und dies mit einer Aufwandsreduktion bei der Planung von Experimenten im Vergleich zum traditionellen Aufsetzen von Experimenten verbunden ist. Unter "traditionelles Aufsetzen von Experimenten" wird hier die Checklisten-basierte Auswahl und manuelle Anpassung von Experimentiertechniken entsprechend vorgegebener Experimentziele verstanden. Eine weitere Beurteilung der Eignung der Methodik im Hinblick auf eine vollständige Erfassung der Abhängigkeiten soll durch qualitative Analysen erfolgen.
Personalbedarf: 6 PM

Arbeitspaket D3: Evaluierung des Prozessleitstands

In diesem Arbeitspaket wird der in Arbeitsschwerpunkt C entwickelte Prozessleitstand hinsichtlich seiner Eignung als Frühwarnsystem und Projektmonitoring-System bewertet. Durch den Einsatz des Prozessleitstandes und des unterstützenden Werkzeugs wird eine signifikante Steigerung des Automatisierungsgrades und eine verbesserte Entscheidungsunterstützung erwartet.
Personalbedarf: 6 PM

3.5.3 Zeitplan

Personal	2001 1. H.J.	2001 2. H.J.	2002 1. H.J.	2002 2. H.J.	2003 1. H.J.	2003 2. H.J.
Grundausstattung						
Marcus Ciolkowski	B1		B2	B3		
					D2	
1/2 N.N.	B4					
Ergänzungsausstattung						
Jürgen Münch*	A1			A2		
					D1	
N.N.	C1					
			C2		D3	
N.N., stud. Hilfskraft	C1					
				D1 und D2		
N.N., stud. Hilfskraft			C2			D3

* Die Aufnahme von Dipl.-Inform. Jürgen Münch als Projektleiter ist nach Abschluss seiner Dissertation vorgesehen. Für die Bearbeitung der Arbeitspakete sind 28,5 Std. / Woche vorgesehen, für die Projektleitung 10 Std. / Woche.

3.6 Stellung innerhalb des Programms des Sonderforschungsbereichs

Die Durchführung von Anwendungsentwicklungen und Experimenten erfolgt unter Anleitung des SE-Labors. Hierfür werden die Ergebnisse des Teilprojekts B1 in Form von Methoden und Prototypwerkzeugen in das SE-Labor integriert und stehen damit dem gesamten SFB zur Verfügung. Die gewonnenen Erfahrungen bilden die Grundlage für Weiterentwicklungen in Teilprojekt B1.

Die D-Teilprojekte stellen das notwendige Anwendungswissen zur Identifikation relevanter Variationsparameter für eine generische Auslegung von umfassenden Projektplänen und Experimentvarianten des Anwendungsgebiets „Gebäudeautomation" bereit.

3.7 Ergänzungsausstattung für das Teilprojekt

	Bewilligung 2000		2001			2002			2003		
	Verg.-Gr.	Anz.	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM
PK	BAT IIa	1	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800
			StHkr.	2	40.800	StHkr.	2	40.800	StHkr.	2	40.800
	zus.:	1	zus.:	2	249.600	zus.:	2	249.600	zus.:	2	249.600
SV			Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM
			(515)		-	(515)		-	(515)		-
			(522)		3.000	(522)		3.000	(522)		3.000
			zusammen		3.000	zusammen		3.000	zusammen		3.000
I			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.		
			-			-			-		

es bedeuten: PK: Personalbedarf und -kosten (Begründung vgl. 3.7.1)
SV: Sächliche Verwaltungsausgaben (Begründung vgl. 3.7.2)
I: Investitionen (Geräte über DM 20.000; Begründung vgl. 3.7.3)

3.7.1 Begründung des Personalbedarfs

	Name, akad. Grad, Dienststellung	engeres Fach des Mitarbeiters	Bezeichnung des Institutes oder der Hochschule	Anteil der aufgew. Gesamt-arbeitszeit (bera-tend: B)	im SFB tätig seit	derzeitige Einstufung und beantragte Ver-gütungs-gruppe
Grundausstattung 3.7.1.1 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Rombach, D.; Prof. Dr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	5	1.1.95	
	(2) Ciolkowski, M.; Dipl.-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	20	1.7.99	
	(3) 1/2 N.N.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	10	1.1.01	
	(4) Basili, V. R.; Prof. Dr.	Prakt. Inf.	Univ. of Maryland	B		
	(5) Dellen, B.; Dr.	Prakt. Inf.	Fraunhofer IESE	B		
Ergänzungsausstattung 3.7.1.3 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Münch, J.; Dipl.-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	38,5	15.3.95	IIa
	(2) N.N.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	38,5	1.1.01	IIa
	(3) N.N., StdHkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19	1.1.01	StHkr
	(4) N.N., StdHkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19	1.1.01	StHkr
3.7.1.4 nichtwissenschaftl. Mitarbeiter						

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Grundausstattung

Die erste wissenschaftliche Mitarbeiterstelle der Grundausstattung führt die konzeptionellen Arbeiten in dem Bereich "Generierung von Experimentfamilien" durch (Arbeispakete B1-B3, D2).

Die zweite (halbe) wissenschaftliche Mitarbeiterstelle der Grundausstattung entwickelt Verfahren zum Vergleich industrieller und SFB-interner Experimentresultate und wendet diese an (Arbeitspaket B4) .

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Ergänzungsausstattung

Die erste wissenschaftliche Mitarbeiterstelle der Ergänzungsausstattung führt die zentralen konzeptionellen Arbeiten in dem Bereich "Generierung umfassender Projektpläne" durch (Arbeitspakete A1, A2, D1). Der Schwerpunkt liegt somit auf der *Planung* von Projekten und Experimenten. Für diese wissenschaftliche Mitarbeiterstelle ist Dipl.-Inform. Jürgen Münch vorgesehen, der nach Abschluss seiner Dissertation Leitungsaufgaben im Teilprojekt B1 übernehmen soll.

Die zweite wissenschaftliche Mitarbeiterstelle führt die zentralen konzeptionellen Arbeiten im Bereich "Prozessleitstand" durch und ist für dessen Realisierung verantwortlich (Arbeitspakete C1, C2, D3). Der Schwerpunkt liegt somit auf der *Abwicklung* von Projekten und Experimenten.

Die erste wissenschaftliche Hilfskraftstelle ist für die Bearbeitung der Arbeitspakete C1, D1 und D2 vorgesehen. Sie dient insbesondere der Unterstützung der umfangreichen Analysearbeiten sowie der vorgesehenen Evaluierungstätigkeiten.

Die zweite studentische Hilfskraftstelle ist für die Bearbeitung der Arbeitspakete C2 und D3 vorgesehen. Sie dient insbesondere der Unterstützung der umfangreichen Implementierungsarbeiten sowie der vorgesehenen Evaluierungstätigkeiten.

3.7.2 Aufgliederung und Begründung der sächlichen Verwaltungsausgaben

	2001	2002	2003
Für sächliche Verwaltungsausgaben stehen als **Grundausstattung** voraussichtlich zur Verfügung	Mittel für sächliche Verwaltungsausgaben in der Grundausstattung werden zentral vom Fachbereich Informatik verwaltet und können deshalb nicht in Arbeitsgruppen aufgeschlüsselt werden.		
Für sächliche Verwaltungsausgaben werden als **Ergänzungsausstattung** beantragt (entspricht den Summen “sächliche Verwaltungsausgaben“ in Übersicht 3.7)	3.000	3.000	3.000

Begründung zur Ergänzungsausstattung der Sächlichen Verwaltungsausgaben

Die sächlichen Verwaltungskosten in der Ergänzungsausstattung werden zur Finanzierung von Literaturrecherchen, kleineren Geräteerweiterungen und elektronischem Kleinmaterial benötigt.

3.7.3 Investitionen (Geräte über 20.000 brutto)

Bezeichnung des Gerätes (ggf. mit Typenbezeichnung)	Einzelpreis 2001	Einzelpreis 2002	Einzelpreis 2003
	-	-	-
Summe	-	-	-

3.1 Allgemeine Angaben zum Teilprojekt B2

3.1.1 Thema

Flexible Planung und Steuerung von Softwareentwicklungsprozessen

3.1.2 Fachgebiet und Arbeitsrichtung

Informatik, AG Wissensbasierte Systeme und Künstliche Intelligenz

3.1.3 Leiter

Prof. Dr. Michael Richter
geb. 21.6.1938
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631/205-2800
Fax.: 0631/205-3357
richter@informatik.uni-kl.de

Die Stelle des Leiters ist befristet (x) nein ( ) ja, bis zum

3.1.4 -entfällt-

3.1.5 In dem Teilprojekt sind vorgesehen

Untersuchungen am Menschen	( ) ja	(x) nein
klinische Studien im Bereich der somatischen Zell- oder Gentherapie	( ) ja	(x) nein
Tierversuche	( ) ja	(x) nein
gentechnologische Untersuchungen	( ) ja	(x) nein

3.1.6 Bisherige und beantragte Förderung des Teilprojektes

Haushaltsjahr	Personalkosten bzw. BAT-Stellen	Sächliche Verwaltungsausgaben	Investitionen	Gesamt
bis 1997	645,2	6,0	-	651,2
1998	201,6	3,0	-	204,6
1999	206,4	3,0	-	209,4
2000	208,8	3,0	-	211,8
Zwischensumme	1262,0	15,0		1.277,0
2001	249,6	3,0	-	252,6
2002	249,6	3,0	-	252,6
2003	249,6	3,0	-	252,6

(jeweils Ergänzungsausstattung, Beträge in DM 1000.-)

3.2 Zusammenfassung

Langfristiges Ziel des Teilprojekts B2 ist die Entwicklung von Methoden und Techniken zur flexiblen Planung und Steuerung komplexer Software-Entwicklungsprozesse. Hierbei liegt der Hauptaugenmerk darauf, Aktivitäten, die sich mit dem Management des Softwareentwicklungsprozesses beschäftigen (also Meta-Aktivitäten sind), möglichst fließend in die Projektdurchführung zu integrieren. In den ersten beiden Förderungsperioden wurden hierzu Techniken zur flexiblen Abwicklungsunterstützung und zur Unterstützung von Planverfeinerungen und Planänderungen während der Abwicklung realisiert. In Zusammenarbeit mit dem Teilprojekt B1 wurde die Software-Prozess-Modellierungssprache MILOS[1] entwickelt und auf deren Basis in der zweiten Förderungsperiode in Zusammenarbeit mit dem Teilprojekt A2 ein gleichnamiges Workflow-Management-System implementiert. Das MILOS-System erlaubt die Modellierung und Planung von Software-Entwicklungsprojekten und unterstützt ihre Durchführung u.a. mittels To-Do-Listen und Änderungsnotifikationen. Planverfeinerungen und Planänderungen während der Projektdurchführung werden unterstützt und gehen in die dem MILOS-System zugrundeliegende Abhängigkeitsverwaltung ein.

In der dritten Förderungsperiode soll nun die Planung selbst zum Gegenstand der Betrachtung und formalen Behandlung werden, beschrieben durch die Metaplanung. Damit wären alle drei für das B2-Projekt wesentlichen Aspekte (Modellierung, Planung und Ausführung) abgehandelt. Es ist notwendig, hierfür auch Verteilungsaspekte zu behandeln, also Techniken zur Unterstützung von verteilten SE-Prozessen mit zu berücksichtigen. Dabei stehen die resultierenden neuen konzeptionellen Fragestellungen, insbesondere die der verteilten Planung, im Mittelpunkt des Interesses.

Die Ergebnisse dieses Teilprojektes sollen prototypisch in MILOS integriert werden. Grundlage hierfür sind die konzeptionellen Vereinfachungen der Struktur von CoMo-

1.Modeling Language and Operational Support for Software Processes

Kit (Ergebnis der ersten Förderungsperiode), die in der letzten Periode im Rahmen der Teilprojekte A2 und B2 im Hinblick auf das langfristige Ziel der Verteilung bereits vorgenommen wurden.

Am Ende der dritten Förderungsperiode wird dann mit MILOS ein System zur Verfügung stehen, das eine flexible und verteilte Durchführung des gesamten Vorgangs von der ersten Problemdefinition über die Erstellung eines Prozessmodells und Projektplans bis hin zur Abwicklung (inklusive Umplanungen während der Abwicklung) unterstützt.

3.3 Stand der Forschung

Der Stand der Forschung wird hier nur bezüglich der Ergebnisse der letzten drei Jahre diskutiert.

Im Bereich der Metaplanung für Software-Engineering gibt es nur wenige Ansätze. Spade [1] besitzt die Mächtigkeit, Metapläne zu modellieren und auszuführen. Der Planer erhält aber keinerlei Unterstützung für dieses Vorgehen, z.B. existieren keine Default-Metapläne für bestimmte Planzustände, da es sich hierbei nicht um die Zielsetzung von Spade handelt.

Im Bereich der verteilten Abwicklung wurden in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Verteilte Workflowsysteme wie Oz [7] und Endeavours [4] decken bereits einen großen Teil der Anforderungen an eine verteilte Abwicklung ab. Beide Systeme haben jedoch Schwächen. So stellt Endeavours zwar Unterstützung für dynamische Prozessänderungen zur Verfügung, die meisten Änderungen jedoch sind manuell vom Benutzer durchzuführen. Bei Oz liegt der Forschungsschwerpunkt auf der Ausführungsunterstützung, daher sind Umplanungen zwar möglich, werden aber vom System nur wenig unterstützt.

In den letzten Jahren zeichnete sich ein Wechsel von der prozesszentierten hin zur artefaktzentrierten Sichtweise von Vorgängen ab. Der Vorteil dieser artefaktzentrierten Systeme liegt in einer Erhöhung der Flexibilität und Benutzerakzeptanz, da der Benutzer das zugrundeliegende transparente Prozeßmodell nicht explizit kennen muß, sondern es durch die Aktivitäten, die er auf den Artefakten durchführt, befolgt und auch ändern kann. Das PROSYT-System [2] beispielsweise ist ein artefaktzentriertes, verteiltes Softwareprozess-Unterstützungssystem.

Im Bereich der dynamischen Teambildung gibt es Ansätze im Bereich des Zusammenarbeit verschiedener (Entwicklungs-)Umgebungen [3]. Das Hauptaugenmerk liegt jedoch hier mehr auf der Kommunikation und Interaktion zwischen Firmen, nicht auf der Unterstützung und der Koordination eines gemeinsamen Softwareentwicklungsprozesses. Das Thema der globalen Softwareentwicklung wird beispielsweise in [5] behandelt. Hier liegt der Schwerpunkt ebenfalls auf der Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Unternehmen und den hierbei aufkommenden Problemen. Zwar wird hier verdeutlicht, daß IT-Technologien in hohem Maße vorhanden sind und genutzt werden sollen, aber es wird in zu geringem Maße darauf eingegangen, wie diese Technologien effizient genutzt werden können.

Zur Unterstützung der Teambildung mittels Softwareagenten sind Verhandlungstechniken und Strategien gefragt. Hier stellen Realisierungen und Erweiterungen des Contract-Net Protocols [6] einen interessanten Ansatzpunkt dar.

Einen Ausblick auf die zukünftige Entwicklung der Prozesssprachen gibt [8]. Hierbei sind Überschneidungen mit unseren Forschungsvorhaben und unserer derzeitigen Forschung auffällig.

[1] G.Cugola: Tolerating Deviations in Process Support Systems via Flexible Enactment of Process Models. In: IEEE Transactions of Software Engineering, 24(11), Nov.1998.

[2] G. Cugola, C. Ghezzi: Design and Implementation of PROSYT: A Distributed Process Support System; in IEEE Proceedings of the 8th International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, USA, 1999.

[3] G.E. Kaiser, St.E. Dossick, W. Jiang, J.Jingshuang Yang, S.X. Ye: WWW-based Collaboration Environments with Distributed Tool Services. In: World Wide Web Journal, Baltzer Science Publishers, 1998.

[4] P.J. Kammer, G.A. Bolcer, R.N. Taylor, A.S. Hitomi: Supporting Distributed Workflow Using HTTP. ICSP 5 - 5th International Conference on Software Process Computer Supported Organizational Work, Chicago, USA, Juni 1998.

[5] D.W. Karolak. Global Software development. IEEE Computer Society, 1998.

[6] T. Sandholm, V. Lesser. Issues in automated Negotiation and Electronic Commerce: Extending the Contract Net Framework. Readings in Agents, 1998.

[7] I.Z. Ben-Shaul, G.E. Kaiser: Federating Process-Centered Environments: the Oz Experience. In: Journal of Automated Software Engineering, 5(1), 1998.

[8] M.S. Sutton, J.L.Osterweil. The Design of a Next-Generation Process Language. In Proceeding of the 5th ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering, No.1301 in Lecture Notes in Computer Science, Seiten142-158, Zürich, Schweiz, Springer-Verlag, Sep. 1997.

3.4 Eigene Vorarbeiten

Hier wird im wesentlichen auf den Ergebnisbericht des Teilprojekts B2 verwiesen. Einzig auf relevante Vorarbeiten hinsichtlich der neuen Aspekte soll noch eingegangen werden.

Um die Akzeptanz einer Software-Entwicklungsumgebung zu erhöhen ist es notwendig, dem Benutzer auch in einer global verteilten Entwicklungsumgebung den Zugriff auf ihm vertraute Arbeitswerkzeuge zu ermöglichen. So wurde in MILOS unter anderem das Planungswerkzeug Microsoft Project an MILOS angebunden. Diese Anbindung und weitere Funktionalitäten wurden auf der International Conference on Software Engineering (ICSE) 1999 im Rahmen einer System-Demonstration vorgeführt [12]. Eine Voraussetzung für den Erfolg dieser Demonstration war die verteilte globale Softwareentwicklung, die durch die Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Professor Maurer an der Universität Calgary, Kanada, ermöglicht wurde [10].
Bei den Vorarbeiten zur Meta-Planung wurde zunächst Meta-Planung im Bereich des Mechanical Engineering untersucht [13], und das Wissen über die Techniken und Methodiken anschließend auf den Bereich des Software Engineering übertragen [14].

Bei der Unterstützung der verteilten Softwareentwicklung muss insbesondere auch auf die Aspekte der verteilten Teambildung eingegangen werden, wie sie z.B. bei der Bildung von virtuellen Unternehmen von Interesse sind. Hierzu wurden in [9] und [11] bereits erste Ideen erarbeitet.

[9] B. Kötting, F. Maurer: A Concept for Supporting the Formation of Virtual Corporations through Negotiation, Proceedings of the 8 th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE ’99), IEEE Computer Society Press, 1999 (to appear).

[10] F. Maurer, B. Dellen, F. Bendeck, S. Goldmann, H. Holz, B. Kötting, M. Schaaf: Merging project planning and web-enabled dynamic workflow for software development. In IEEE Internet Computing, Special Issue on Internet-Based Workflow - May/June 2000.

[11] F. Maurer, B. Dellen, H. Holz: Process Support for Virtual Software Organizations, Proceedings of the 11th International Software & Engineering and Knowledge Engineering Conference (SEKE ‘99), Knowledge Systems Institute, ISBN 1-891706-01-2, 1999.

[12] F. Maurer, G. Succi, H. Holz, B. Kötting, S. Goldmann, B. Dellen: Software Process Support over the Internet. Proceedings of the ICSE ‘99, Los Angeles, USA, 1999.

[13] Ch. Petrie, S. Goldmann, A. Raquet: Agent-Based Project Management. In: Springer, in Lecture Notes in AI - 1600, Springer-Verlag, 1999.

[14] S. Goldmann, J. Münch, H. Holz: Distributed Process Planning Support with MILOS. Proceedings of the SEKE '99, Kaiserslautern,1999.

3.5 Ziele, Methoden, Arbeitsprogramm und Zeitplan

3.5.1 Ziele und Methoden

Während in der ersten Förderungsperiode im Teilprojekt B2 Konzepte und Techniken zur Modellierung und Operationalisierung von Projektplänen und zur Verwaltung von Abhängigkeiten während der Projektdurchführung untersucht wurden, war das Forschungsthema der zweiten Förderungsperiode die Verwaltung von Abhängigkeiten zwischen Planung und Ausführung mit dem Ziel, die Plandurchführung flexibel an Änderungen des Plans anpassen zu können. Aufbauend auf diesen Ergebnissen soll der Forschungsschwerpunkt in der dritten Förderungsperiode jetzt auf der Unterstützung der Planung selbst liegen. Dabei sollen sowohl die initiale Planung als auch Verfeinerungen und Änderungen des Plans während der Projektdurchführung betrachtet werden. Hierbei werden wir die folgenden Techniken und Methoden einsetzen:

Meta-Modellierung

Ähnlich wie die Software-Entwicklung selbst ist der Vorgang der Planung von Software-Entwicklungsprojekten ein kreativer Entwurfsprozess und kann daher mit ähnlichen Mitteln modelliert werden wie diese. Da es sich hier um die Erstellung von Modellen zur Modellierung und Planung von (Softwareentwicklungs-) Prozessen handelt, sprechen wir im folgenden von *Meta-Modellierung* bzw. der Erstellung von *Meta-Plänen*. In einem Meta-Plan tauchen z.B. Aufgaben zur Zeitplanung oder Ressourcen-Zuordnung für Prozesse des Plans auf. Andere Meta-Aufgaben beschreiben die Notwendigkeit, den Plan an einer bestimmten Stelle durch Einfügen neuer Aufgaben zu verfeinern. Wie zwischen den Prozessen des Plans bestehen auch zwischen diesen Meta-Aufgaben Abhängigkeiten, die modelliert und vom System verwaltet werden sollen.

Ein Ziel der dritten Förderungsperiode im Teilprojekt B2 ist die durchgehende Modellierung (und Meta-Modellierung) des gesamten Prozesses der Software-Erstellung, von der Prozess-Modellierung und initialen Planung über die Projektdurchführung bis hin zur Auslieferung des fertigen Software-Produktes in einer einheitlichen Modellierungs-Sprache. Ein so modelliertes Projekt kann dann mit Hilfe des in der zweiten Förderungsperiode in den Teilprojekten A2 und B2 entwickelten Prozess-Unterstützungswerkzeugs MILOS durchgängig von der initialen Planung bis zur Fertigstellung des auszuliefernden Produkts unterstützt werden. Dazu muss die in den ersten beiden Förderungsperioden in Zusammenarbeit mit den Teilprojekten B1 und A2 entwickelte Prozessmodellierungssprache so erweitert werden, dass die Besonderheiten der Planung berücksichtigt werden. Z.B. muss in Betracht gezogen werden, dass Planungsaufgaben (im folgenden auch Meta-Aufgaben genannt) keine (Software-) Produkte erzeugen, sondern Eigenschaften des Plans, bzw. der darin enthaltenen Prozesse, verändern. Desweiteren müssen Regeln und Integritätsbedingungen formalisiert werden, die einerseits der Aufdeckung inkonsistenter Ausprägungen des Plans dienen, andererseits in Verbindung mit geeigneten Heuristiken aber auch die automatische Generierung von Meta-Aufgaben unterstützen, mit dem Ziel, den Aufwand der (Meta-)

Prozessmodellierung in vertretbarem Rahmen zu halten. Die Wahl einer zu diesem Zweck adäquaten logischen Beschreibungssprache und die Verwaltung dieses Wissens kann sinnvollerweise in Kooperation mit Teilprojekt A2 erfolgen, welches in der nächsten Förderungsperiode Techniken des Wissensmanagements in MILOS integrieren soll.

Erstellung und Wiederverwendung von Plan- und Ausführungstraces

Änderungen während der Planung und Durchführung von Softwareentwicklungsprojekten sowie ihre Begründungen und Konsequenzen für das Projekt, sind oft von großem Interesse, um nachträglich Kosten- oder Zeitüberschreitungen zu analysieren und Fehler in der Planung und Durchführung zu identifizieren, damit sie in zukünftigen Projekten vermieden werden können. Zusätzlich zu diesem Aspekt der Wiederverwendung von Plan- und Ausführungstraces können vergangene Entscheidungen und ihre Begründungen sich auch im laufenden Projekt auf weitere Planungs- oder Ausführungsentscheidungen auswirken. In der zweiten Förderungsperiode wurden bereits Entscheidungen und Entscheidungsbegründungen (*Design Rationales*) während der Ausführung untersucht und deren Anwendung zur Analyse der Konsequenzen von (Plan- oder Produkt-) Änderungen während der Ausführung erforscht (*Change Impact Analysis*, siehe Abschlussbericht des Teilprojekts B2). In der dritten Förderungsperiode sollen diese Techniken erweitert werden, um die Planung einzubeziehen. Dadurch wird erreicht, dass Änderungen von Teilen des Plans oder von während der Projektdurchführung erstellten Produkten gezielt analysiert werden und Konsequenzen für den weiteren Projektverlauf festgestellt werden können. Dieses wiederum ermöglicht, den zuständigen Planer gezielt zu informieren, falls eine Planänderung notwendig wird, und gegebenenfalls Planungsaufgaben automatisch zu generieren (s.o.).

Softwareagenten zur Planungsunterstützung

Zur Unterstützung der Planung und Ausführung durch menschliche Agenten kann man Softwareagenten konzipieren und realisieren [6]. Je nach Aufgabenbereich können diese eigenständig Aufgaben bearbeiten oder Assistenzsysteme realisieren, die den menschlichen Agenten, vom Manager über den Planer bis hin zum Programmierer, bei seiner Arbeit unterstützen. Hierbei werden sie sowohl unbearbeitete als auch aufgearbeitete und ausgewertete Daten zur Verfügung stellen.

In Zusammenarbeit mit dem Teilprojekt A2 sollen sowohl die Möglichkeiten der Automatisierung von Planungs- und Ausführungsaufgaben als auch mögliche Konzeptionen von Assistenzsystemen untersucht werden, die den Planer wissensbasiert unterstützen. Dazu sollen Ansatzpunkte zur automatischen Unterstützung identifiziert, ausgearbeitet und mit einer Wissensmanagement-Komponente abgeglichen werden, wie sie z.B. im Teilprojekt A2 in der nächsten Förderungsperiode entstehen wird. Zusätzlich sollen in der dritten Förderungsperiode Möglichkeiten erforscht werden, dem Benutzer aktiv Hinweise zu geben, wenn sich die Möglichkeit einer Verbesserung ergibt, die im bisherigen Projektverlauf noch nicht berücksichtigt wurde. Ein

Beispiel für einen solchen Verbesserungsvorschlag ist der Hinweis für einen Projektmanager, dass jetzt ein Software-Agent mit einer besonderen Fähigkeit zur Verfügung steht, der in der Vergangenheit zwar einmal gesucht, aber nicht gefunden wurde.

Möglichkeiten der Automatisierung von Planungs- und Ausführungsschritten, etwa von Messwerterfassungen, Routineaufgaben bei der Projektdurchführung (etwa die Kompilierung von Source Code) und einzelnen Planungsaufgaben (z.B. Delegierung von Aufgaben, automatische Anpassung des Zeitplans, usw.) sollen im Laufe der dritten Förderungsperiode ebenfalls untersucht werden.

3.5.2 Arbeitsprogramm

Arbeitsschwerpunkt A: Unterstützung der initialen Planung

Im Arbeitsschwerpunkt A sollen die Möglichkeiten zur Unterstützung der Vorplanung, d.h. der Erstellung eines initialen Planes vor Projektbeginn, untersucht werden. Dabei geht es zum einen um das Nachhalten der Planungsentscheidungen und deren Abhängigkeiten untereinander in einem Plan-Trace. Dieser kann dann verwendet werden, um Planungsaufgaben zu generieren und bei Änderungen den/die betroffenen Planer automatisch zu notifizieren. Zum anderen soll im Rahmen dieses Arbeitsschwerpunktes untersucht werden, wie die (lokale und verteilte) initiale Planung vom System wissensbasiert unterstützt und eventuell teilweise automatisiert werden kann.

Arbeitspaket A1: Identifikation von Möglichkeiten zur Planverbesserung

In diesem Arbeitspaket soll untersucht werden, wie aus dem momentanen Zustand des Plans die Notwendigkeit weiterer Planungsschritte abgeleitet werden kann. Ein Projektplan unterliegt gewissen Integritätsbedingungen, die am Ende des Prozesses der Metaplanung und vor Ausführung des eigentlich Planes erfüllt sein müssen, um dessen Konsistenz zu gewährleisten. Z. B. tritt ein inkonsistenter Zustand ein, wenn ein Input-Parameter einer Aufgabe von keiner anderen Aufgabe im Plan produziert wird oder wenn einer Aufgabe bisher noch keine Methode zur Vorgehensweise oder kein Bearbeiter zugewiesen ist. In diesem Fall kann eine möglichst spezifische Meta-Aufgabe automatisch generiert und in den Meta-Plan eingefügt werden.

Andere Situationen, in denen Meta-Aufgaben automatisch generiert werden sollten, können mit Hilfe von Meta-Modellen explizit spezifiziert werden. Beispielsweise ist es sinnvoll, für jede Implementierungs-Aufgabe im Plan auch eine Test-Aufgabe einzufügen. Durch die Generierung einer Meta-Aufgabe kann der zuständige Planer hieran erinnert werden, ohne ihm unnötig vorzugreifen, wie es bei der automatischen Einfügung dieser Aufgabe der Fall wäre. Im Rahmen von Arbeitspaket A1 sollen typische Planungssituationen sowohl in der Domäne der Gebäudeautomation als auch im Entwicklungsprozess des im Rahmen der Teilprojekte A2 und B2 implementierten MILOS-Systems untersucht und in Form von Meta-Modellen festgehalten werden. Außerdem muss dem Benutzer eine Möglichkeit zur Verfügung gestellt werden,

Meta-Modelle selbst zu erstellen oder existierende Default-Meta-Modelle an die Anforderungen eines speziellen Projekts oder einer speziellen Domäne anzupassen.
Personalbedarf: 10 PM

Arbeitspaket A2: Generierung und Delegierung von Meta-Aufgaben

Aufbauend auf den Ergebnissen von Arbeitspaket A1 soll im zweiten Arbeitspaket des Arbeitsschwerpunkts A die Generierung von Meta-Aufgaben und deren Einfügung in den Meta-Plan verwirklicht werden. Hierzu muss untersucht werden, welche Art von Beziehungen zwischen den verschiedenen Meta-Aufgaben bestehen, so dass Abhängigkeiten innerhalb des Meta-Plans automatisch erfasst und verwaltet werden können. Solche Abhängigkeiten können aus einem Meta-Modell abgeleitet werden; beispielsweise kann eine Meta-Aufgabe zur Einfügung einer Test-Aufgabe in den Plan aus dem Meta-Plan entfernt werden, falls die zugehörige Implementierungs-Aufgabe aus dem Plan genommen wird. Andererseits können Abhängigkeiten auch durch allgemeine Regeln ausgedrückt werden. Z.B. besteht eine Abhängigkeit zwischen allen Planungsaufgaben, die die Zuordnung von Ressourcen mit ähnlichen Eigenschaften zu verschiedenen Aufgaben im Plan zum Ziel haben.

Nachdem eine Meta-Aufgabe generiert und in den Plan einfügt wurde, muss sie einem geeigneten Planer zugeordnet werden und auf dessen To-Do-Liste erscheinen. In dem Fall, dass die Planung zentral durch einen einzelnen Planer stattfindet, ist diese Aufgabe trivial. Handelt es sich allerdings um eine verteilte Situation mit mehreren Planern, müssen Regeln erstellt werden, welchem Planer eine generierte Meta-Aufgabe zugeordnet werden soll. Eine solche Regel könnte beispielsweise lauten, dass alle Aufgaben zur Ressourcen-Zuordnung an den Verwalter des Resource-Pools delegiert werden sollen, oder dass alle Meta-Aufgaben, die sich auf einen bestimmten Teil des Gesamt-Plans beziehen, dem für diesen Teilplan zuständigen Planer zugeordnet werden müssen. Diese Regeln sind projektabhängig. Daher sollen im Rahmen dieses Arbeitspaketes sowohl anhand der im SFB vorhandenen Erfahrungen in der Entwicklung von Gebäude-Automationssystemen als auch anhand des Entwicklungs-Prozesses des MILOS-Systems sinnvolle Default-Regeln erstellt werden, die aber vom Benutzer für jedes Projekt ausgewählt und angepasst werden können.
Personalbedarf: 8 PM

Arbeitspaket A3: Entscheidungsabhängigkeiten und Plan Traces

Wie bereits oben erwähnt, sollen die Abhängigkeiten zwischen Meta-Aufgaben automatisch verwaltet und zur Generierung von Änderungsnotifikationen verwendet werden. Dazu ist es notwendig, den Trace des Planes, d.h. die Folge der vorgenommenen Planungsaktivitäten nachzuhalten, nämlich durch “Buchführung” der getroffenen Planungsentscheidungen und deren Abhängigkeiten untereinander. Zusätzlich zur automatischen Erfassung solcher Abhängigkeiten anhand der im Rahmen von Arbeitspaket A2 identifizierten Regeln soll hierzu dem Benutzer die Möglichkeit gegeben werden, weitere Abhängigkeiten zwischen getroffenen Planungsentscheidungen “von Hand” anzugeben.

In der zweiten Förderungsperiode wurde im Teilprojekt B2 eine Beschreibungssprache entwickelt, mit deren Hilfe Abhängigkeiten zwischen Planungs- und Ausführungsentscheidungen dargestellt und operationalisiert werden können (Design Rationales, siehe Abschlussbericht des Teilprojekts B2). Im Rahmen dieses Arbeitspaketes soll diese Sprache so erweitert werden, dass auch Abhängigkeiten zwischen komplexen Planungsentscheidungen dargestellt werden können. Um nachvollziehen zu können, in welcher Situation und mit welcher Begründung welche Planungsentscheidungen getroffen oder zurückgezogen wurden, muss der Plan-Trace außer den momentan gültigen Planungsentscheidungen (und deren Abhängigkeiten untereinander) auch die Historie der in der Vergangenheit getroffenen und zurückgezogenen Entscheidungen (und deren Zusammenhang mit anderen Entscheidungen) verwalten können.

Die oben erwähnte Sprache zur Erfassung von Design Rationales muss also in zweierlei Hinsicht erweitert werden:

a) Die Sprache muss zusätzlich zu Abhängigkeiten zwischen Ausführungsentscheidungen auch die Darstellung von Zusammenhängen innerhalb der Planung zulassen.

b) Zusätzlich zur Abhängigkeitsverwaltung zur Laufzeit müssen Konzepte entwickelt werden, die das Ablegen dieser Abhängigkeiten und der zeitlichen Zusammenhänge zwischen getroffenen Entscheidungen erlauben.

Personalbedarf: 7 PM

Arbeitspaket A4: Implementierung von Meta-Aufgaben und Plan-Traces in MILOS

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes sollen die Ergebnisse der Arbeitspakete A1, A2 und A3 in dem in der letzten Förderungsperioden in den Teilprojekten A2 und B2 implementierten MILOS-System verwirklicht werden. Dazu soll die MILOS-Workflowengine so erweitert werden, dass sie außer der Durchführung von Aufgaben des Software-Entwicklungsprozesses auch die Ausführung von Meta-Aufgaben, also Aufgaben des Planungsprozesses, unterstützt. Insbesondere müssen dazu außer Produkten auch Plan-Teile als Parameter von Aufgaben zugelassen werden. Außerdem müssen die bisher in MILOS implementierten Abhängigkeiten so erweitert werden, dass auch Beziehungen zwischen Planteilen erfasst werden können. Soweit möglich sollen Meta-Aufgaben genauso behandelt werden, wie Aufgaben des Software-Entwicklungsprozesses: sie sollen auf der To-Do-Listen der zuständigen Person erscheinen, Input- und Output-Parameter haben und innerhalb des MILOS-Systems durchgeführt werden, indem das entsprechende Werkzeug automatisch gestartet und dem Planer ermöglicht wird, eine neue Version des Output-Produkts (in diesem Fall also eine neue Planversion) zu erstellen.

Um einen Plan-Trace halten zu können, muss die erweiterte MILOS-Workflowengine die im Arbeitspaket A3 entwickelten Konzepte zum Nachhalten von getroffenen und zurückgezogenen Planungsentscheidungen verwirklichen.

Für die Erstellung und Anpassung von Meta-Modellen und Regeln zur Generierung und Delegierung von Meta-Aufgaben werden dem Benutzer entsprechende Editoren zur Verfügung gestellt werden.
Personalbedarf: 18 PM

Arbeitspaket A5: Identifikation von Möglichkeiten zur wissensbasierten Planungsunterstützung und Automatisierung

Da es aufgrund der langen Projektlaufzeiten und schwer durchschaubaren Sachverhalte im Software-Engineering kaum möglich ist, alles relevante Wissen zu Beginn der Projektplanung schon zur Verfügung zu haben, sollte die Planung zusätzlich zu den in den ersten drei Arbeitspaketen des Arbeitsschwerpunkts A angesprochenen Möglichkeiten zur Planungsunterstützung durch Nachhalten von Entscheidung und Verwaltung von Abhängigkeiten zwischen diesen Entscheidungen auch aktiv durch wissensbasierte Hilfestellung unterstützt werden. In diesem Arbeitspaket sollen sowohl die Beispiel-Domäne des SFB, also die Domäne der Gebäudeautomation, als auch der Entwicklungsprozess des MILOS-Systems auf Chancen zur wissensbasierten Entscheidungshilfe hin untersucht werden. Die Resultate dieser Untersuchung sollen mit einer Wissensmanagement-Komponente abgeglichen werden, wie sie z.B. in der nächsten Förderungsperiode im Teilprojekt A2 entstehen soll. Diese Wissensmanagement-Komponente kann dann in den spezifizierten Situationen aktiv oder auf Nachfrage Informationen zur Planungsunterstützung liefern. Gebiete, in denen sich eine derartige Unterstützung anbietet, sind z.B.

- Anbieten von in einer bestimmten Planungssituation sinnvoll wiederverwendbaren Prozessmodellen bzw. alten (Teil-) Plänen
- Vorschläge zur Wiederverwendung von in ähnlichen Situationen früherer Projekte getroffenen Methoden-, Ressource-, Zeitplanungs- oder Messplanungsentscheidungen
- Vorschläge zur besten Vorgehensweise in einer bestimmten Planungssituation z.B. aufgrund von vorhandenen Qualitätsmodellen oder anderen Erfahrungen
- Unterstützung bei der Auswahl des am besten geeigneten Agenten für eine Aufgabe unter Berücksichtigung der Anforderungen der Aufgabe, der Fähigkeiten des Agenten und der Auslastung aller möglichen Agenten

Zusätzlich zu der Bereitstellung von Informationen zur Lösung von Aufgaben soll auch untersucht werden, in welchen Situationen Planungsentscheidungen aufgrund der vorhandenen Information automatisch getroffen werden können. Eine derartige Automatisierung wird in Form von Software-Agenten erfolgen, die im MILOS-System Planungsaufgaben übernehmen und selbständig ausführen.
Personalbedarf: 10 PM

Arbeitspaket A6: Dynamische Teambildung

Flexible Unternehmen bestehen nicht aus festen Teams, sondern sind in der Lage, diese projektspezifisch zusammenzustellen, abhängig von den Anforderungen, die

sich in dem speziellen Fall ergeben[5][7]. Die Teambildung ist also ein wichtiger, nicht trivialer Planungsschritt, der von einem Planungs- und Ausführungssystem unterstützt werden kann und sollte. Im Rahmen dieses Arbeitspakets sollen Regeln identifiziert werden, wie die Anforderungen an das zu bildende Team (anhand von Erfahrungen mit ähnlichen Projekten) aus den anstehenden Aufgaben eines neuen Projektes extrahiert werden können. Die Bildung des Teams aufgrund dieser Anforderungen kann dann vom System unterstützt werden, indem die Verhandlungen innerhalb des verteilten Unternehmens mit Hilfe von Softwareagenten durchgeführt werden, die einen globalen Überblick über die im Unternehen vorhandenen Projekte und Ressourcen haben. Andererseits können Softwareagenten auch bei der Aufteilung des Projekts in Teilprojekte behilflich sein, indem sie Informationen zur Identifikation von sinnvollerweise ausgliederbaren Teilen eines Projektes zur Verfügung stellen oder sogar aktiv Vorschläge zu dieser Aufteilung machen.
Personalbedarf: 8 PM

Arbeitspaket A7: Implementierung von Softwareagenten zur Teambildung

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes sollen die im Rahmen von Arbeitspaket A6 erarbeiteten Konzepte für Softwareagenten zur Unterstützung der Teambildung im MILOS-System implementiert werden. Das MILOS-System soll also zusätzlich zu den (menschlichen oder automatisierten) Planungs- und Ausführungsagenten auch Software-Agenten als Ressourcen zulassen, deren Aufgabe die Bereitstellung von Wissen zur Unterstützung der Teambildung ist.
Personalbedarf: 7 PM

Arbeitsschwerpunkt B: Unterstützung der Umplanung und Planverfeinerung

In diesem zweiten Arbeitsschwerpunkt sollen die Ergebnisse von Arbeitsschwerpunkt A so erweitert werden, dass außer der initialen Planung auch die Planverfeinerung und Umplanung nach Beginn der Plandurchführung durch Notifikationen und Bereitstellung von benötigten Informationen unterstützt wird. Hier liegt der Schwerpunkt der Betrachtung auf den Abhängigkeiten zwischen Planungsentscheidungen und solchen Entscheidungen, die während der Ausführung getroffen werden. Insbesondere muss auch der Plan-Trace so angepasst werden, dass Verbindungen zum Ausführungstrace darstellbar sind. Der Zustand der Planausführung kann wie der Plan-Zustand selbst automatisch analysiert werden, um von Systemseite aus Vorschläge und Hinweise zu möglichen Schritten zur Anpassung und Verbesserung des Plans zu geben.

Arbeitspaket B1: Untersuchung von Veränderungen des Ausführungszustands, die weitere Planschritte notwendig machen

Wie aus dem Planzustand, kann auch aus dem momentanen Zustand der Planausführung die Notwendigkeit weiterer (Um-)Planungsschritte abgeleitet werden. Z.B. muss der Plan angepasst werden, wenn sich während der Ausführung herausstellt, dass die Zeitplanung für eine Aufgabe oder einen Teilplan unrealistisch ist oder dass für eine Aufgabe andere Ressourcen oder Inputs gebraucht werden, als bisher angenommen.

Die Planung kann unter Umständen von Ergebnissen der Planausführung abhängen, z. B. kann die Implementierung nicht detailliert geplant werden, bevor nicht der Systementwurf festgelegt hat, welche Komponenten zu implementieren sind. Darüber hinaus ist es möglich, dass Meta-Aufgaben erst zur Ausführungszeit festgelegt werden können. So kann z.B. ein in der Erfahrungsdatenbank vorhandenes Qualitätsmodell festlegen, dass die Planung für eine Test-Aufgabe überdacht werden muss, wenn die zu testende Komponente eine gewisse Komplexität überschreitet.

In diesem Arbeitspaket sollen die beiden Beispiel-Projekte (Gebäudeautomatisierung und MILOS-Entwicklung) daraufhin untersucht werden, wie der Meta-Plan von dem Zustand der Planausführung abhängt. Das identifizierte Wissen soll in Form von Regeln zur Generierung und Verwaltung von Meta-Aufgaben festgehalten werden. Wie auch in Arbeitspaket A2 müssen außerdem Regeln zur Delegierung der erzeugten Meta-Aufgaben festgelegt werden.
Personalbedarf: 6 PM

Arbeitspaket B2: Verzahnung von Plan- und Ausführungs-Traces

Da Planungs- und Ausführungsentscheidungen voneinander abhängen können, kann auch das Nachhalten dieser Aktivitäten nicht getrennt erfolgen, sondern muss verzahnt geschehen. Im Rahmen dieses Arbeitspaketes soll daher die in MILOS bereits existierende (und im Arbeitspaket A4 erweiterte) Sprache zur Abhängigkeitsverwaltung so angepasst werden, dass nicht nur Abhängigkeiten innerhalb von Planung und Ausführung verwaltet werden können, sondern auch Zusammenhänge zwischen diesen beiden Stufen von Aktivitäten darstellbar sind. Die in Arbeitspaket A3 entwickelten Konzepte zur Verwaltung der Historie von Planungsentscheidungen müssen so erweitert werden, dass auch die Historie der Planausführung und der während der Ausführung getroffenen Entscheidungen zur Planverfeinerung und Umplanung (einschließlich der Verzahnung dieser Entscheidungen mit während der Planausführung entstandenen Daten) mit ihrer Hilfe darstellbar sind.

Die so mitprotokollierten Abhängigkeiten sollen dann zur Versendung von Änderungsnotifikationen an Planer und Ausführer verwendet werden, wenn eine Änderung des Plan- oder Ausführungszustands weitere Änderungen (an Plan oder Ausführungszustand) notwendig macht.
Personalbedarf: 5 PM

Arbeitspaket B3: Implementierung in MILOS

In diesem Arbeitspaket sollen die in Arbeitspaket B1 identifizierten Regeln zur Generierung und Verwaltung von Meta-Aufgaben in die in Arbeitspaket A4 entwickelte Workflowengine zur Meta-Plan-Verwaltung integriert werden. Außerdem sollen die dort implementierten Konzepte zum Nachhalten von Plan-Traces um die in Arbeitspaket B2 identifizierten Konzepte zur Verzahnung von Plan- und Ausführungstrace erweitert werden.
Personalbedarf: 12 PM

Arbeitspaket B4: Wissensbasierte Unterstützung und Automatisierung der Umplanung und Planverfeinerung während der Planausführung

Hier sollen die in Arbeitspaket A5 erarbeiteten Konzepten zur wissensbasierten Unterstützung (und teilweisen Automatisierung) der initialen Planung so erweitert werden, dass sie auch Umplanungs- und Planverfeinerungsaktivitäten während der Plandurchführung einschließen. Z.B. könnte eine Wissensmanagement-Komponente dem Planer oder Ausführer die folgenden Informationen proaktiv oder auf Nachfrage zur Verfügung stellen:

- Vorschläge zur Plankorrektur bei Abweichungen der Ausführung von der Planung, z.B. aufgrund vorhandener Qualitätsmodelle
- Vorschläge zur Wiederverwendung von Produkten, die in vergangenen Projekten in ähnlichen Situationen entstanden sind (vor allem Wiederverwendung von Produkten, die in Zusammenhang mit einem in diesem Projekt wiederverwendeten Plan-Trace entstanden sind)

Sowohl die SFB-Beispieldomäne der Gebäudeautomation als auch der MILOS-Entwicklungsprozess sollen auf Möglichkeiten einer derartigen wissensbasierten Unterstützung der verzahnten Planung und Ausführung hin untersucht werden. Außerdem soll auch die Automatisierung von Umplanungsaufgaben betrachtet werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sollen wie die Ergebnisse von Arbeitspaket A5 in eine Wissensmanagement-Komponente eingebracht werden, z.B. die im Rahmen des Teilprojekts A2 in der nächsten Förderungsperiode zu entwickelnde Wissensmanagement-Komponente.
Personalbedarf: 5 PM

Arbeitspaket B5: Verteilten Projektplanung und Ausführung in dynamischen Teams

In diesem Arbeitspaket sollen Möglichkeiten untersucht werden, den Mitgliedern räumlich verteilter Teams (z.B. dynamisch gebildeter Teams, siehe Arbeitspaket A6) bei der Planung und Durchführung von Softwareentwicklungs-Projekten Unterstützung an die Hand zu geben. Hierzu müssen sowohl die in der letzten Förderungsperiode im Rahmen des Teilprojekts B2 entwickelten Notifikationen während der Projektdurchführung als auch die in den Arbeitspaketen A3 und B2 dieses Antrags erarbeiteten Notifikationen zur Planungsunterstützung dahingehend klassifiziert werden, ob sie über Teamgrenzen hinweg versendet werden dürfen oder sollen, oder ob sie aus Gründen der Geheimhaltung oder zur Vermeidung von Informationsüberlastung nur innerhalb eines Teams sinnvoll sind. Ähnliches gilt für den Fluss von Daten und Arbeitsergebnissen zwischen den verschiedenen Teams.

In verteilten Teams noch stärker als bei lokaler Software-Entwicklung muss darauf geachtet werden, dass jedes einzelne Team seine Milestones und Deadlines einhält, vor allem solche, die sich über Teamgrenzen hinweg auswirken: In dynamisch gebildeten Teams (wie z.B. einzelnen Profit-Zentren eines Unternehmens), die ihre Zusammenarbeit anhand von verbindlichen Bedingungen “vertraglich” festgelegt haben, kann wegen des eingeschränkten Informationsflusses zwischen den Teams nur

schlecht auf Planabweichungen reagiert werden. Es bietet sich also an, den Teammitgliedern Softwareagenten zur Seite zu stellen, die aufgrund von vorhandenem Erfahrungswissen Ratschläge zur Vermeidung von Deadline-Verletzungen geben oder, wenn sich eine Verletzung nicht mehr vermeiden lässt, dem Benutzer bei der Aushandlung neuer Bedingungen zur Seite stehen.
Personalbedarf: 10 PM

Arbeitsschwerpunkt C: Praktischer Einsatz

In diesem Arbeitsschwerpunkt sollen die in den ersten beiden Schwerpunkten erarbeiteten Konzepte im praktischen Einsatz evaluiert werden, indem das MILOS-System, in dem diese Konzepte implementiert werden sollen, sowohl im Entwicklungsprozess des MILOS-Systems selbst zum Einsatz kommt, als auch in dem von Teilprojekt A1 verwalteten SFB-weiten SE-Labor installiert und zur allgemeinen Benutzung freigegeben wird.

Arbeitspaket C1: Einsatz im MILOS-Entwicklungsprozess

Um das MILOS-System im Software-Entwicklungsprozess der Teilprojekte A2 und B2 (die beide im Rahmen der nächsten Förderungsperiode Weiterentwicklungen an dem System vornehmen werden) einsetzen zu können, muss dieser Prozess in MILOS modelliert und geplant werden. Nach Fertigstellung der Planung kann das System dann zur Unterstützung der (zwischen der Universität Kaiserslautern und der University of Calgary verteilten) Software-Entwicklung an dem MILOS-Prototypen zum Einsatz kommen. Während dieses Einsatzes aufgedeckte Fehler und Verbesserungswünsche werden mitprotokolliert und behoben werden.
Personalbedarf: 22 PM

Arbeitspaket C2: Einbringung in den Gesamt-SFB

Vor einem möglichen Einsatz im SE-Labor muss das (auf Windows-NT entwickelte und getestete) MILOS-System auf heterogenen Plattformen installiert und eventuell angepasst werden. Sobald das System installiert und einsatzfähig ist, werden Mitarbeiter der Teilprojekte A2 und B2 den Mitgliedern des SFB beratend bei der Benutzung von MILOS zur Seite stehen. Die im Laufe des praktischen Einsatzes zu erwartenden Wartungsarbeiten werden in Zusammenarbeit zwischen den Teilprojekten A2 und B2 vorgenommen.
Personalbedarf: 16 PM

3.5.3 Zeitplan

<table>
<tr><th>Personal</th><th>2001
1. H.J.</th><th>2001
2. H.J.</th><th>2002
1. H.J.</th><th>2002
2. H.J.</th><th>2003
1. H.J.</th><th>2003
2. H.J.</th></tr>
<tr><td>Grundausstattung</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>Kötting, Boris</td><td colspan="3">A6</td><td>A7</td><td colspan="2">B5</td></tr>
<tr><td>N.N.</td><td colspan="3"></td><td>A7</td><td colspan="2">B5</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">C1</td><td colspan="3">C2</td></tr>
<tr><td>Ergänzungsausstattung</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>Holz, Harald</td><td>A3</td><td colspan="2">B2</td><td>B3</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">A4</td><td colspan="2">A5</td><td>B4</td></tr>
<tr><td>Goldmann, Sigrid</td><td colspan="2">A1</td><td colspan="2">A2</td><td colspan="2">A4</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2">B1</td><td>B3</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="3">C2</td></tr>
<tr><td>N.N., stud. Hilfskraft</td><td colspan="3">C1</td><td>A7</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="3">A4</td><td colspan="2">B3</td></tr>
<tr><td>N.N., stud. Hilfskraft</td><td colspan="3">C1</td><td colspan="3">C2</td></tr>
</table>

Im Zeitplan ist ein Aufwand von wenigstens 8 Std. / Woche für SFB-übergreifende Themenstellungen berücksichtigt, die jedes Teilprojekt zur Verfügung stellt. Diese Arbeiten werden in Teams organisiert und im Arbeitsbericht gesondert beschrieben.

3.6 Stellung innerhalb des Programms des Sonderforschungsbereichs

Im Teilprojekt B1 werden Techniken und Methoden der Planung experimentell erprobt. Dies soll in der Implementierung des *Prozessleitstands*, eines Werkzeugs zur erfahrungsbasierten Unterstützung der Planung, resultieren, das im Rahmen des Teilprojekts A2 an das MILOS-System angebunden werden soll. Der Prozessleitstand wird dem Teilprojekt B2 wichtige Unterstützung bei der Generierung von Meta-Aufgaben zur Behebung von Planmissständen geben.

Die im Teilprojekt B2 in der nächsten Förderungsperiode zu identifizierenden Abhängigkeiten der Planung untereinander bzw. Maßnahmen zur Erhaltung der Plankonsistenz werden dem Teilprojekt A2 als Anforderungen für die pro-aktive wissensbasierte Assistenz für die Planung und Umplanung dienen. Die Ergebnisse des Teilprojektes

A2 sollen im MILOS-System implementiert werden und können somit von den im Teilprojekt B2 zu entwickelnden Agenten zur Planungsunterstützung verwendet werden.

Die in den D-Projekten untersuchte Domäne der Gebäudeautomatisierung wird als Grundlage für die Analyse der Anforderungen an ein in dieser Domäne einsetzbares Planungsunterstützungssystem dienen.

3.7 Ergänzungsausstattung für das Teilprojekt

	Bewilligung 2000		2001			2002			2003		
	Verg.-Gr.	Anz.	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM
PK	BAT IIa	2	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800
			StHkr	2	40.800	StHkr	2	40.800	StHkr	2	40.800
	zus.:	2	zus.:	4	249.600	zus.:	4	249.600	zus.:	4	249.600
SV			Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM
			(515)		-	(515)		-	(515)		-
			(522)		3.000	(522)		3.000	(522)		3.000
			zusammen		3.000	zusammen		3.000	zusammen		3.000
I			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.		
			-			-			-		

es bedeuten: PK: Personalbedarf und -kosten (Begründung vgl. 3.7.1)
SV: Sächliche Verwaltungsausgaben (Begründung vgl. 3.7.2)
I: Investitionen (Geräte über DM 20.000; Begründung vgl. 3.7.3)

3.7.1 Begründung des Personalbedarfs

	Name, akad. Grad, Dienststellung	engeres Fach des Mitarbeiters	Bezeichnung des Institutes oder der Hochschule	Anteil der aufgew. Gesamt-arbeitszeit (bera-tend: B)	im SFB tätig seit	derzeitige Einstufung und beantragte Ver-gütungs-gruppe
Grundausstattung 3.7.1.1 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Richter, M. M., Prof. Dr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	5-10	1.1.95	
	(3) Kötting, B., Dipl-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	20	1.1.98	
	(4) N.N., Dipl-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	20	1.1.01	
Ergänzungsausstattung 3.7.1.3 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Holz, H., Dipl.-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	38,5	1.9.96	BAT IIa
	(2) Goldmann, S., Dipl.-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	38,5	1.2.98	BAT IIa
	(3) N.N., StHkr	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19	1.1.01	StHkr
	(4) N.N., StHkr	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19	1.1.01	StHkr
3.7.1.4 nichtwissenschaftl. Mitarbeiter						

Die wissenschaftlichen Mitarbeiter werden benötigt, um die geplanten Arbeiten im beschriebenen Umfang durchführen zu können. Aufgrund der Art der Aufgabenstellung handelt es sich um schwierige ingenieursmäßige Entwurfs-, Planungs- und Entwicklungstätigkeiten.

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Grundausstattung

Der erste Mitarbeiter der Grundausstattung wird vornehmlich an Aufgaben der dynamischen Teambildung in großen Unternehmen arbeiten. Dabei wird ihm der zweite Mitarbeiter der Grundausstattung zur Hand gehen. Außerdem wird der zweite Mitarbeiter der Grundausstattung die Verantwortung für die Einführung und Evaluation des MILOS-Systems sowohl in der Systementwicklung von MILOS selbst als auch im Gesamt-SFB übernehmen.

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Ergänzungsausstattung

Der erste Mitarbeiter der Ergänzungsausstattung wird an der Dokumentation und Wiederverwendung von Plan- und Ausführungstraces arbeiten. Außerdem wird dieser Mitarbeiter die Untersuchung von Möglichkeiten zur wissensbasierten Unterstützung der Planung und Umplanung übernehmen.

Die zweite Mitarbeiterin der Ergänzungsausstattung wird ihren Fokus auf die situationsbezogene Generierung von Meta-Aufgaben legen. Außerdem wird sie sich an der Einführung und Evaluation von MILOS im Gesamt-SFB beteiligen.

Die beiden wissenschaftlichen Hilfskräfte werden sich an der Implementierung der in der dritten Förderungsperiode entwickelten Konzepten beteiligen, sowie an den durch den Einsatz von MILOS in der Entwicklung des MILOS-Systems selbst und im Gesamt-SFB anfallenden Wartungsarbeiten mitarbeiten.

3.7.2 Aufgliederung und Begründung der sächlichen Verwaltungsausgaben

	2001	2002	2003
Für sächliche Verwaltungsausgaben stehen als **Grundausstattung** voraussichtlich zur Verfügung	Mittel für sächliche Verwaltungsausgaben in der Grundausstattung werden zentral vom Fachbereich Informatik verwaltet und können deshalb nicht in Arbeitsgruppen aufgeschlüsselt werden.		
Für sächliche Verwaltungsausgaben werden als **Ergänzungsausstattung** beantragt (entspricht den Summen “sächliche Verwaltungsausgaben“ in Übersicht 3.7)	3.000	3.000	3.000

Begründung zur Ergänzungsausstattung der Sächlichen Verwaltungsausgaben

Besonders im Bereich des Knowledge- und Workflow-Managements wächst die Zahl der kommerziellen Produkte rasant an. Da es weder finanziell noch zeitlich machbar ist, sich mit der vollen Marktbreite der Produkte auseinanderzusetzen, müssen Studien von Unternehmen, die sich auf die Evaluierung dieser Produkte spezialisiert haben, eingekauft werden. Außerdem werden die sächlichen Verwaltungskosten in der Ergänzungsausstattung für kleinere Geräteerweiterungen und elektronisches Kleinmaterial benötigt.

3.7.3 Investitionen (Geräte über 20.000 brutto)

Bezeichnung des Gerätes (ggf. mit Typenbezeichnung)	Einzelpreis 2001	Einzelpreis 2002	Einzelpreis 2003
-	-	-	-

3.1 Allgemeine Angaben zum Teilprojekt B4

3.1.1 Thema

Generische Kommunikationssysteme

3.1.2 Fachgebiet und Arbeitsrichtung

Informatik, Rechnernetze, Datenkommunikation, Kommunikationsprotokolle, Formale Beschreibungstechniken

3.1.3 Leiter

Prof. Dr. Reinhard Gotzhein
geb. 9.10.1956
Universität Kaiserslautern, Postfach 3049, 67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631/205-3426
Fax: 0631/205-3956
Email: gotzhein@informatik.uni-kl.de
URL: http://rn.informatik.uni-kl.de/~gotzhein

Die Stelle des Leiters ist befristet (x) nein ( ) ja, bis zum

3.1.4 -entfällt-

3.1.5 In dem Teilprojekt sind vorgesehen

Untersuchungen am Menschen	( ) ja	(x) nein
klinische Studien im Bereich der somatischen Zell- oder Gentherapie	( ) ja	(x) nein
Tierversuche	( ) ja	(x) nein
gentechnologische Untersuchungen	( ) ja	(x) nein

3.1.6 Bisherige und beantragte Förderung des Teilprojektes

Haushaltsjahr	Personalkosten bzw. BAT-Stellen	Sächliche Verwaltungsausgaben	Investitionen	Gesamt
bis 1997	625,2	6,0	0	631,2
1998	201,6	3,0	0	204,6
1999	206,4	3,0	0	209,4
2000	208,8	3,0	0	211,8
Zwischensumme	1242,0	15,0	0	1257,0
2001	249,6	3,0	0	252,6
2002	249,6	3,0	0	252,6
2003	249,6	3,0	0	252,6

(jeweils Ergänzungsausstattung, Beträge in DM 1000.-)

3.2 Zusammenfassung

Große Systeme sind heute in der Regel nebenläufig und verteilt. Aus diesem Grund sind Kommunikationssysteme meist ein integraler Bestandteil großer Systeme, sie bilden die Basis für Betriebssysteme und Anwendungen. Die Anforderungen an Kommunikationssysteme sind bereits heute - bedingt durch verschiedenartige Anwendungen und Technologien - sehr vielfältig. Aus diesem Grund können sie nicht mehr durch wenige typische, möglichst viele Erfordernisse abdeckende Protokollstapel befriedigt werden. Zukünftige Kommunikationssysteme - ähnlich wie auch Betriebssystemplattformen - werden daher in zunehmendem Maße anforderungsangepasst sein. Dies verlangt u.a. andere Protokollarchitekturen, zusätzliche Protokollfunktionalitäten sowie schlankere und stärker integrierte Kommunikationsprotokolle. Ein entsprechender Entwicklungstrend zeichnet sich seit einigen Jahren ab. Dabei werden Anforderungen an die Dienstgüte (Quality of Service) von Kommunikationssystemen verstärkt zu berücksichtigen sein.

Langfristiges Ziel dieses Teilprojekts ist die Bereitstellung und Anwendung von Verfahren und Techniken zur Entwicklung anwendungsangepasster, maßgeschneiderter Kommunikationssysteme unter besonderer Berücksichtigung von Echtzeitanforderungen. Dabei wird der Vielfalt der Kommunikationsanforderungen sowie der Variabilität der Basistechnologien durch die generische Auslegung von Kommunikationssystemen und Entwicklungsprozessen Rechnung getragen. Die Qualität maßgeschneiderter Kommunikationssysteme wird durch die Bereitstellung domänenspezifischer Methoden, formaler Techniken und rechnergestützter Werkzeuge sichergestellt. Speziell entwickelte und international genormte formale Beschreibungstechniken (FDTs) spielen bereits seit mehr als 15 Jahren eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von Kommunikationssystemen.

Das langfristige Ziel des Teilprojekts soll durch die folgenden, sich ergänzenden Forschungsschwerpunkte erreicht werden:

a) Bereitstellung von formalen Methoden, Techniken und Werkzeugen zur generischen Auslegung von Kommunikationssystemen unter besonderer Berücksichtigung von Echtzeitanforderungen
b) Erfassung, Verbesserung und Wiederverwendung der relevanten Aspekte des Entwicklungsprozesses von Kommunikationssystemen
c) Erprobung der Methoden, Techniken und Werkzeuge zur Entwicklung generischer Kommunikationssysteme im Anwendungsfeld "Gebäudeautomation"

Darüberhinaus soll das Teilprojekt Beiträge zu den anderen Projektbereichen liefern.

3.3 Stand der Forschung

Die nachfolgend beschriebenen Arbeitsschwerpunkte B und C bilden eine thematische Verbreiterung des Teilprojekts gegenüber den Förderperioden 1 und 2. Aus diesem Grund wird hier der Stand der Forschung für diese Arbeitsschwerpunkte dargestellt.

Komponentenbasierte Protokollentwicklung

Wiederverwendungsansätze werden im Software Engineering seit geraumer Zeit untersucht. Ganz grob lässt sich die in Abbildung 1 dargestellte Klassifikation vornehmen [6]:

- *Komponenten* sind in sich abgeschlossene, sofort benutzbare (Kode-)Bausteine, die aus Bibliotheken selektiert und komponiert werden. Bekannte Beispiele sind objektorientierte Klassenbibliotheken, z.B. Java Packages, und Sun's Enterprise Java Beans.
- *Frameworks* sind vom Anwendungsentwickler zu ergänzende Applikationsskelette. Sie sind abstrakter als Komponenten und repräsentieren eine Menge von Entwurfsentscheidungen.
- *Muster* beschreiben generische Lösungen für wiederkehrende Entwicklungsprobleme, die aus einer Sammlung selektiert, an einen speziellen Kontext angepasst und komponiert werden. Sie sind abstrakter und feingranularer als Frameworks. Ein bekanntes Beispiel sind die Design Patterns [4].

Zu jedem dieser Ansätze liegen zahlreiche Ergebnisse und Anwendungen vor, wobei Frameworks häufig proprietären Charakter haben. Im Rahmen dieses Teilprojekts wurden zwei neue Ansätze entwickelt bzw. mitentwickelt, der *SDL-Pattern-Ansatz* und der *Requirement-Pattern-Ansatz*. Zusätzliches Wiederverwendungspotenzial liegt in komponentenbasierten Ansätzen, die hier zunächst kurz aus der allgemeineren

Sicht des Software Engineering und anschließend aus der spezielleren Sicht des Protocol Engineering betrachtet werden sollen.

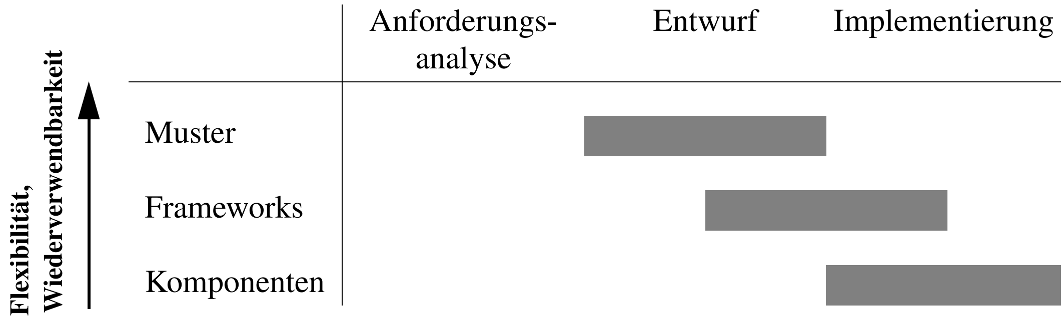


Abbildung 1: Klassifikation von Wiederverwendungskonzepten

In den letzten Jahren hat das industrielle und akademische Interesse an Softwarekomponenten und komponentenbasiertem Software Engineering massiv zugenommen. Wenngleich eine ganze Reihe von Definitionen des Begriffes im Umlauf sind und eine exakte Abgrenzung fehlt, so scheint doch Konsens in folgenden Punkte zu bestehen [2]:

- Es existiert eine untrennbare Beziehung zwischen Komponenten und Architektur. Die Architektur eines Systems definiert Anforderungen an die Art der Komponenten, insbesondere an die Beschaffenheit der Komponentenschnittstellen. Prominente Vertreter sind die Common Object Request Broker Architecture (CORBA) und das Distributed Component Object Model (DCOM).
- Es besteht kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Komponenten- und Objekttechnologie. Komponentenbasierte Entwicklung ist also weder auf objektorientierte Ansätze reduzierbar noch setzt sie solche Ansätze voraus.

Komponentenbasierte Ansätze setzen geeignete Modularisierungen mit entsprechender sprachlicher Unterstützung voraus. Im Protokollbereich lassen sich mehrere Architekturen, die bestimmte Modularisierungen implizieren, identifizieren:

- Klassischer Vertreter ist die *protokollbasierte (Schichten-)Architektur*, die den bekannten Protokollstapeln (TCP/IP, PROFIBUS, MAP) zugrundeliegt. Komponenten sind in diesen Fällen Protokolle bzw. Protokollinstanzen.
- Ein alternativer Vertreter ist die *funktionsbasierte Architektur* [18], mit Komponenten, die sich an Protokollfunktionalitäten orientieren.

Die protokollbasierte Architektur dient primär der Strukturierung der Kommunikationsaufgabe durch eine Modularisierung, die den Austausch von Komponenten durch funktional gleichwertige ermöglichen soll. Gleichwohl ist etwa bei TCP/IP die Vermengung der Funktionalitäten so groß, dass keine sauberen Schnittstellen vorhanden sind. Die Komponenten eines Protokollstapels sind in der Regel sehr grobgranular, was ihre Flexibilität stark einschränkt. Ferner sind die Komponenten oft unzureichend aufeinander abgestimmt, was sich in fehlenden bzw. mehrfach vorhandenen Funktionalitäten äußert. Daher sind sie zur Konfigurierung von Kommunikationssystemen nur sehr bedingt geeignet.

Die funktionsbasierte Architektur dient ebenfalls der Strukturierung der Kommunikationsaufgabe; darüberhinaus soll sie die Konfigurierung von Protokollen unterstützen, so dass der Wiederverwendungsaspekt hier stärker im Vordergrund steht. Protokollfunktionalitäten sind in der Regel sehr feingranular. Eine besondere Schwierigkeit ist die Definition in sich abgeschlossener Funktionalitäten, so dass bei der Selektion und Komposition derartiger Komponenten starke Abhängigkeiten bestehen.

Im folgenden sind einige der bekannteren Ansätze zur Protokollkonfigurierung aufgeführt:

- *F-CSS* (*Function-based Communication Subsystem*, [18, 19]) ist ein an der Universität Karlsruhe entwickelter Ansatz. Er unterstützt die dynamische Konfigurierung auf Basis einer funktionsbasierten Architektur. Dienstnutzer fordern Sitzungen an, die aus mehreren separaten Verbindungen bestehen können. Für jede Verbindung wird eine separate Protokollimplementierung konfiguriert bzw. eine vorkonfigurierte Implementierung verwendet. Zur Synchronisation der Verbindungen existiert ein spezieller Sitzungsmanager.
- *DaCapo* (*Dynamic Configuration of Protocols*, [13, 14]), entwickelt an der ETH Zürich, verwendet ebenfalls eine funktionsbasierte Architektur. Im Unterschied zu F-CSS wird jedoch nicht zwischen Verbindungen und Sitzungen unterschieden, so dass ein Protokoll bei Bedarf mehrere Datenströme verwaltet.
- Der *x-Kernel* [9] ist ein experimentelles Betriebssystem, das Anfang der 90er Jahre an der University of Arizona entwickelt wurde. Teil des x-Kernels ist eine Menge konfigurierbarer Protokollstapel, bestehend aus den klassischen Internet-Protokollimplementierungen, so dass hier eine protokollbasierte Architektur vorliegt. *AVOCA* [11] ist eine Weiterentwicklung des x-Kernels, bei der ähnlich wie bei F-CSS eine funktionsbasierte Architektur verwendet wird. Die Integration beider Vorgehensweisen findet in [1] statt.
- *ADAPTIVE* (*A Dynamically Assembled Protocol Transformation, Integration, and eValuation Environment*, [15]) entstand an der University of Irvine. Architekturell besteht eine enge Verwandtschaft zu F-CSS, jedoch wird keine dynamische Konfigurierung angestrebt. Komponenten werden mit C++ unter Verwendung objektorientierter Techniken implementiert.
- *DyCAT* (*Dynamically Configurable and Adaptive Transport System*, [7]), entwickelt an der Universität Aachen, weist starke Parallelen zu F-CSS auf. Ziel ist auch hier die dynamische Konfigurierung von Protokollimplementierungen, wobei eine funktionsbasierte Architektur zugrundeliegt. Dabei kommen zur Modellierung Produktnetze zum Einsatz.

In allen genannten Fällen handelt es sich bei den Komponenten um *Kode*bausteine, die aus einer Bibliothek selektiert und anschließend komponiert werden, teilweise mit einem vorgegebenen Framework. Dies hat den Vorteil, dass das konfigurierte Protokoll unmittelbar übersetzt und ausgeführt werden kann, wie es beispielsweise bei dynamischer Konfigurierung notwendig ist. Nachteilig ist, dass Entwurfsentscheidungen nicht ohne weiteres revidiert werden können, da der Protokollentwurf nicht mitbetrachtet wird.

Automatische Generierung effizienter Protokollimplementierungen

Der Einsatz formaler Beschreibungstechniken im Protokollentwurf gewinnt mit der Möglichkeit zur automatischen Generierung von Protokollimplementierungen an Attraktivität. Der kostenintensive und fehleranfällige Schritt der manuellen Kodierung kann auf diese Weise vereinfacht oder sogar ganz eingespart werden. Kommerzielle Werkzeugumgebungen beinhalten daher Kodegeneratoren, die formale Entwurfsspezifikationen in Programme übersetzen, für die dann mit herkömmlichen Compilern ausführbarer Maschinenkode erzeugt wird. Als Beispiele seien die Kodegeneratoren *CAdvanced* [16] des SDL Development Toolsets (SDT) und *ec* [3] des Estelle Development Toolsets (EDT) genannt.

Bei der automatischen Generierung von Implementierungen direkt aus formalen Spezifikationen treten jedoch gerade im Vergleich zu manuell erstellten Implementierungen vielfältige Probleme auf, die zum Teil auf Defizite der existierenden Kodegeneratoren zurückzuführen sind, zum Teil aber auch direkte Folgen des hohen Abstraktionsniveaus der formalen Beschreibungstechniken sind. Hier sind folgende Punkte besonders zu nennen [17]:

- Durch das hohe Abstraktionsniveau fehlen in der formalen Beschreibung viele zur Implementierung wichtige Details (z.B. Binärrepräsentationen von Datenwerten, Prüfsummenberechnungen).
- Eine Spezialisierung dieser Problematik bildet die Einbettung der aus formal spezifizierten Systemen automatisch generierten Implementierungen in existierende, reale Umgebungen mit ihren spezifischen Schnittstellen (z.B. Betriebssysteme, Netzwerke).
- Das hohe Abstraktionsniveau und die beschränkte Ausdrucksfähigkeit haben häufig eine Überspezifikation sowie eine für eine effiziente Implementierung ungeeignete Strukturierung zur Folge (z.B. nachrichtenbasierte Interaktion, Server-Architektur).

Zur Verringerung der Defizite existierender Kodegeneratoren existieren eine Reihe von Ansätzen. Ein Ansatz besteht darin, die Verwendung "teurer" Sprachkonstrukte in der Spezifikation zu verbieten, was einer Reduzierung der Ausdrucksfähigkeit entspricht. Dieser Ansatz wird mit dem Kodegenerator *CMicro* [12] des SDL Development Toolsets, der im Bereich der eingebetteten Systeme vermarktet wird, verfolgt. Alternativ kommt die Empfehlung bestimmter Spezifikationsstile in Betracht, wie sie z.B. in [5] (Nebenläufigkeit, strukturelle Transformationen) und [8] (Datenreferenzierung, Integrated Packet Framing) vorgeschlagen werden, was letzten Endes ebenfalls auf eine Reduzierung der Ausdrucksmöglichkeiten hinausläuft.

Ein weiterer Ansatz besteht in der Auswahl eines effizienzsteigerndenImplementierungsmodells [8]. Kommerzielle Compiler übernehmen das jeweilige Modell der Spezifikationssprache, im Falle von SDL also das *Server-Modell*: jede Prozessinstanz wird als Server gesehen, der mit anderen Prozessinstanzen über asynchronen Signalaustausch interagiert. Dies erzeugt einen vergleichsweise hohen Kommunikationsaufwand, der durch das Hin- und Herkopieren von Signalen zu signifikanten Effizienzeinbußen führen kann. Hinzu kommt der Aufwand für das Scheduling der Prozesse und die Auswahl schaltbarer Transitionen. Diese Nachteile vermeidet das *Activity-Thread-Modell*: ein Activity-Thread wird durch das Eintreffen eines Signals kreiert und beinhaltet alle Verarbeitungsschritte, die sich daraus ergeben. Da dieses Modell synchrone Interaktionen voraussetzt, entspricht es offensichtlich nicht dem Modell von SDL. Damit es trotzdem als Implementierungsmodell eingesetzt werden kann, sind bestimmte Annahmen an die Struktur der Spezifikation zu treffen [17], die allerdings die Verwendbarkeit des Activity-Thread-Modells stark einschränken. Über Werkzeugunterstützung wird in [10] berichtet.

Literatur

[1] Bhatti, N., Schlichting, R.: *A System for Constructing Configurable High-Level Protocols*, Proceedings of the ACM SIGCOMM'95 Symposium, 1995, S. 138-150

[2] Brown, A. W., Wallnau, K. C.: *The Current State of CBSE*, IEEE Software, Vol. 15, No. 5, Sept./Okt. 1998, S. 37-46

[3] Budkowski, S.: *Estelle Development Toolset*, Computer Networks and ISDN Systems, Vol. 25, No. 1, 1992

[4] Gamma, E., Helm, R, Jonsson, R., Vlissides, J.: *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1995

[5] Gotzhein, R., Bredereke, J., Effelsberg, W., Fischer, S., Held, T., König, H.: *Improving the Efficiency of Automated Protocol Implementation Using Estelle*, Computer Communications 19 (1996), S. 1226-1235

[6] Gotzhein, R., Schaible, P.: *Pattern-Based Development of Communication Systems*, in: Annals of Telecommunications, Special Issue on Protocol Engineering, Vol. 54, No. 11-12, 1999, S. 508-525

[7] Heinrichs, B.: *DyCAT - A Flexible Transport System Architecture*, IEEE International Conference on Communications (ICC'93), Genf, Schweiz, 1993, S. 1331-1335

[8] Henke, R., König, H., Mitschele-Thiel, A.: Derivation of Efficient Implementations from SDL Specifications Employing Data Referencing, Integrated Pakket Framing and Activity Threads, in: SDL'97: Time for Testing - SDL, MSC

and Trends, A. Cavalli and A. Sarma (Hrsg.), Elsevier Science, 1997, S. 397-414

[9] Hutchinson, N., Peterson, L.: *The x-Kernel: An Architecture for Implementing Network Protocols*, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 17, No. 1, 1991, S. 64-76

[10] Mitschele-Thiel, A., Langendörfer, P., Henke, R.: *Design and Optimization of High-Performance Protocols with the DO-IT Toolbox*, in: J. Bredereke, R. Gotzhein (Hrsg.), Protocol Specification, Testing and Verification XVI / Formal Description Techniques IX, Chapman & Hall, 1996, S. 45-60

[11] O'Malley, S., Peterson, L.: *A Dynamic Network Architecture*, ACM Transactions on Computer Systems, Vol. 10, No. 2, 1992, S. 110-143

[12] O'Donnell, R., Waldt, B., Bergstrand, J.: Automatic Code for Embedded Systems Based on Formal Methods, Technical Report, Telelogic AB

[13] Plagemann, T., et. al.: *A Model for Dynamic Configuration of Light-Weight Protocols*, in: IEEE Third Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems, Taipei, Taiwan, April 1992, S. 100-106

[14] Plagemann, T., et. al.: *Modules as Building Blocks for Protocol Configuration*, in: International Conference on Network Protocols, IEEE Computer Society Press, USA, 1993

[15] Schmidt, D. C., Box, D. F., Suda, T.: *ADAPTIVE: A Dynamically Assembled Protocol Transformation, Integration, and eValuation Environment*, Concurrency Practice and Experience, Vol. 5, No. 4, 1993

[16] Telelogic Tau 3.5 User's Manual, Part 6: *SDT Code Generators*, 1999

[17] Thees, J.: *Implementierungs- und Optimierungsmodelle des Expermental Estelle Compilers*, in: K. Spies, B. Schätz (Hrsg.): Formale Beschreibungstechniken für verteilte Systeme (FBT´99), Herbert Utz Verlag Wissenschaft, München, 1999

[18] Zitterbart, M., Stiller, B., Tantawy, A. N.: *A Model for Flexible High-Performance Subsystems*, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 11, No. 4, Mai 1993, S. 507-518

[19] Zitterbart, M.: *Flexible und effiziente Kommunikationssysteme für Hochleistungsnetze*, International Thomson Publishing, 1995

3.4 Eigene Vorarbeiten

Die in den Arbeitsschwerpunkten A und D geplanten Arbeiten der 3. Förderperiode setzen auf den bislang erzielten Ergebnissen des Teilprojekts B4 auf. Diese Ergebnisse sind in den Arbeits- und Ergebnisberichten der Förderperioden 1 und 2 ausführlich dargestellt.

Ein wesentliches Ergebnis der Förderperioden 1 und 2 sind die Entwicklung und der Einsatz musterbasierter Vorgehensweisen zur Ermittlung von Anwendungs- und Kommunikationsanforderungen sowie zur Maßschneiderung von Protokollen. In der Anforderungsphase kommen *Requirement Patterns* zur Anwendung, die aus einer bestehenden Mustersammlung selektiert, an die spezielle Problemstellung adaptiert und schließlich komponiert werden [25] [28]. In der Protokollentwurfsphase werden spezialisierte Protokollmuster, die von Teilprojekt B4 unter der Bezeichnung *SDL-Patterns* in die Literatur eingeführt worden sind, eingesetzt [22] [24].

Die musterbasierten Ansätze wurden in mehreren umfangreichen Fallstudien erprobt [23] [27] [29] . Die dabei gesammelten Erfahrungen sind jeweils unmittelbar in die Weiterentwicklung und Konsolidierung dieser Ansätze eingeflossen [20] [21]. Erste Arbeiten zur Integration der musterbasierten Ansätze sind in [26] dargestellt.

Literatur

[20] Feldmann, R.L, Geppert, B., Rößler, F.: *Continuous Improvement of Reuse-Driven SDL System Development*, Proceedings of the 11th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'99), Kaiserslautern, Juni 1999

[21] Feldmann, R.L, Geppert, B., Rößler, F.: *An Integrating Approach for Developing Distributed Software Systems - Combining Formal Methods, Software Reuse, and the Experience Base*, Proceedings of the 5th International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS'99), Las Vegas, USA, Oktober 1999

[22] Geppert, B., Gotzhein, R., Rößler, F.: *Configuring Communication Protocols Using SDL Patterns*, in: A. Cavalli, A. Sarma (Eds.), SDL'97 - Time for Testing, Elsevier Science Publishers, Proceedings of the 8th SDL-Forum, Evry, France, September 1997

[23] Geppert, B., Kühlmeyer, A., Rößler, F., Schneider, M.: *SDL-Pattern based Development of a Communication Subsystem for CAN*, Proceedings of the IFIP Joint International Conference FORTE/PSTV'98, Paris, Frankreich, Kluwer Academic Publishers, November 1998

[24] Geppert, B., Rößler, F.: *Generic Engineering of Communication Protocols - Current Experience and Future Issues*. Proceedings of the 1st IEEE International Conference on Formal Engineering Methods (ICFEM'97), Hiroshima, Japan, November 1997

[25] Gotzhein, R., Kronenburg, M., Peper, C.: *Reuse in Requirements Engineering: Discovery and Application of a Real-Time Requirement Pattern*, 5th International Symposium on Formal Techniques in Real-Time and Fault-Tolerant Systems (FTRTFT'98), Lecture Notes in Computer Science 1486, Springer, Lyngby, Denmark, September 14-15, 1998. pp. 65-74

[26] Gotzhein, R., Schaible, P.: *Pattern-Based Development of Communication Subsystems*, in: Annals of Telecommunications, Special Issue on Protocol Engineering, Vol. 54, No. 11-12, 1999, pp. 508-525

[27] Kronenburg, M., Peper, C.: *Application of the FOREST Approach to the Light Control Case Study*, Journal of Universal Computer Science (J.UCS), Special Issue on "Requirements Engineering: The Light Control Case Study", Springer, 2000 (accepted for publication)

[28] Peper, C., Gotzhein, R., Kronenburg, M.: *A Generic Approach to the Formal Specification of Requirements*. Proceedings of the 1st IEEE International Conference on Formal Engineering Methods (ICFEM'97), Hiroshima, Japan, November 1997, pp. 252-261

[29] Rößler, F., Geppert, B., P. Schaible, P.: *Re-Engineering of the Internet Stream Protocol ST2+ with Formalized Design Patterns*, Proceedings of the 5th International Conference on Software Reuse (ICSR5), Victoria, British Columbia, Canada, 1998

3.5 Ziele, Methoden, Arbeitsprogramm und Zeitplan

3.5.1 Ziele und Methoden

Ziel des Teilprojekts in der nächsten Förderperiode ist die Verbesserung, Verbreiterung, Integration und praktische Erprobung von Methoden, Techniken und Werkzeugen zur generischen Entwicklung maßgeschneiderter Kommunikationssysteme.

Ausgangspunkt für die geplanten Arbeiten sind die Ergebnisse der Förderperioden 1 und 2, insbesondere die musterbasierten Ansätze zur Anforderungsdefinition und Protokollentwicklung sowie die vorhandenen Mustersammlungen. Praktisches Ziel ist das *Engineering* realer, maßgeschneiderter und formal spezifizierter Kommunikationsmiddleware für den SFB-Anwendungsbereich "Gebäudeautomation" durch die Anwendung einer verbreiterten Palette von Wiederverwendungsansätzen. Mit den nachfolgend kurz beschriebenen Arbeitsschwerpunkten sollen in diesem Gesamtspektrum besondere Akzente gesetzt werden, die zum einen der Verbesserung bereits erzielter Ergebnisse dienen, zum anderen das Spektrum der Methoden und Techniken verbreitern. Ein besonderes Anliegen ist dabei die Abstimmung und Integration der Ergebnisse.

Das Aufgabenspektrum bei der Entwicklung von Kommunikationssystemen ist in Abbildung 2 qualitativ dargestellt. Vertikal wird eine Differenzierung nach Entwicklungsschritten vorgenommen, horizontal eine Unterscheidung nach Wiederverwendungsansätzen. Das Diagramm wird gefüllt durch eine Auswahl der in Teilprojekt B4 relevanten Themen. Die umrahmten Bereiche des Diagramms ordnen die betreffenden Themen den Mitarbeitern von B4 zu und motivieren die Strukturierung des Teilprojekts in folgende Arbeitsschwerpunkte:

A. Musterbasierter Protokollentwurf

Ein wesentliches Ergebnis der vorangegangenen Förderperioden sind die Entwicklung und die praktische Erprobung des *SDL-Pattern-Ansatzes* für den Entwurf maßgeschneiderter Kommunikationsprotokolle. Bestandteile des Ansatzes sind eine Sammlung wiederverwendbarer Protokollbausteine in Form von SDL-Patterns sowie das inkrementelle Prozessmodell zur Erfassung der Entwicklungsmethodik. Zur Formulierung von Protokollmustern, die von B4 unter der Bezeichnung *SDL-Patterns* in die Literatur eingeführt worden sind, bzw. zu deren Instanziierung wird u.a. SDL (Specification and Description Language), eine international genormte, objektorientierte, graphische FDT (Formal Description Technique), verwendet (daher *SDL*-Patterns).

Ausgehend von den bisherigen Ergebnissen und Erfahrungen soll der SDL-Pattern-Ansatz konsolidiert und verbessert werden. Teil der Konsolidierung ist die Präzisierung der Beschreibung von SDL-Patterns und ihrer Anwendung. Zur Verbesserung tragen neue Analysemodelle sowie die Verbreiterung der bestehenden Mustersammlung bei.

B. Micro-Protocol Engineering

Um einen optimalen Wiederverwendungsgrad zu erzielen, ist es sinnvoll, mehrere Wiederverwendungsansätze zu kombinieren. Daher soll - zusätzlich zu der bereits untersuchten musterbasierten Vorgehensweise - der Komponentenansatz in die Protokollentwicklung einbezogen werden. Hier stellt sich nun zunächst die Frage, welche Arten von Komponenten sich für Zwecke des Protocol Engineering eignen. Protokoll- und funtionsbasierte Architekturen scheiden aus den bereits erörterten Gründen aus. Stattdessen soll ein neuartiger Ansatz, nämlich die Verteilung der Kommunikationsaufgabe auf eine Menge sog. *Mikroprotokolle*, untersucht werden.

Mikroprotokolle werden hier in erster Näherung erklärt als in sich abgeschlossene Protokolle mit sehr kleinem Funktionsumfang. Anders als Protokollfunktionalitäten sind Mikroprotokolle so konzipiert, dass die Wechselwirkung zwischen Komponenten sehr gering ist, was der Modularisierbarkeit und der Kompositionsfähigkeit entgegenkommt. Ihre Granularität bewegt sich zwischen Protokollstapelelementen und Protokollfunktionalitäten. Denkbar sind Mikroprotokolle für den Nutzdatenaustausch, die Systemüberwachung, die Rekonfigurierung, die dynamische Adressvergabe, die Adressauflösung und die Systeminizialisierung, wobei je nach Fehlermodell, Res-

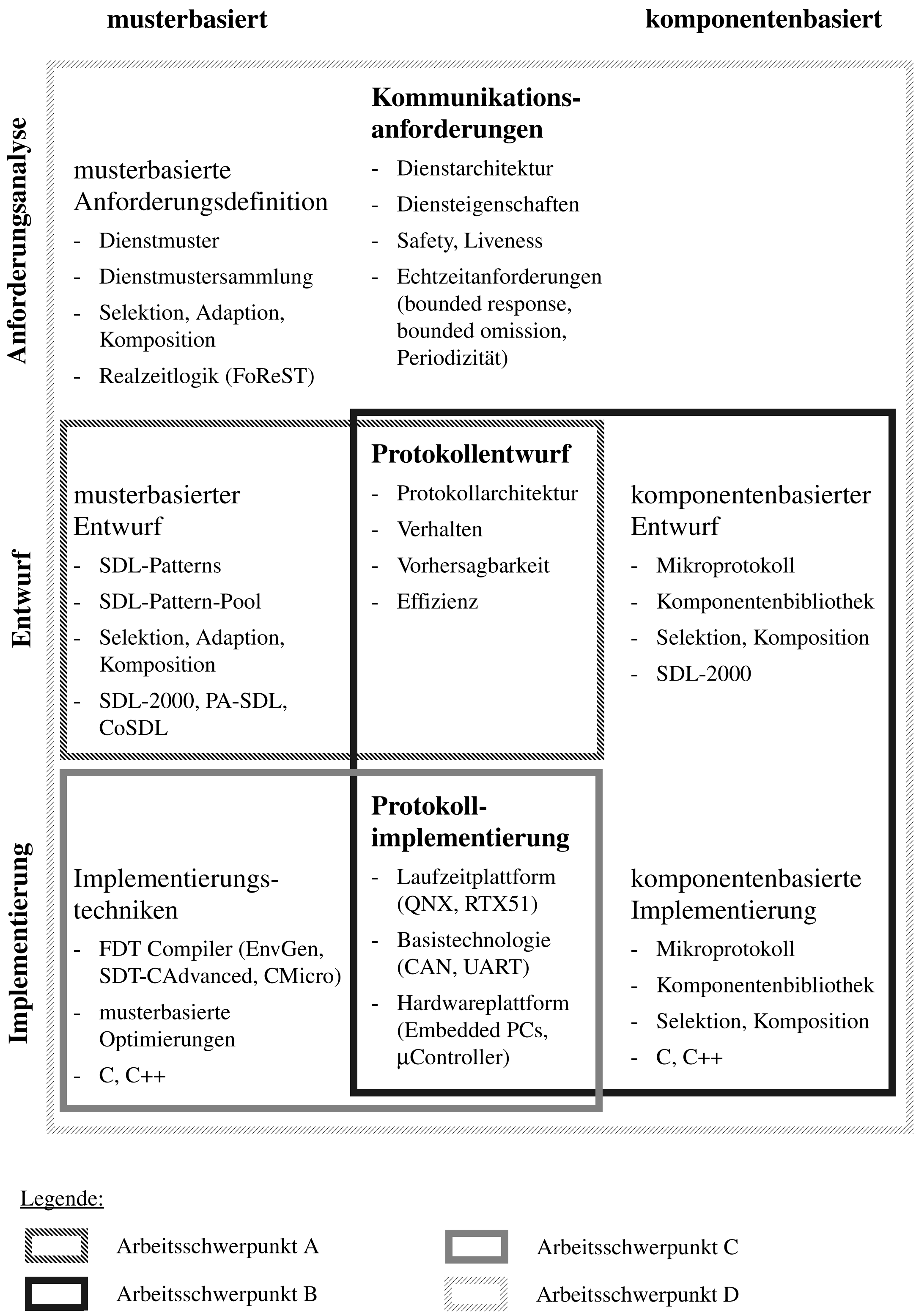


Abbildung 2: Aufgabenspektrum und Zuordnung zu Arbeitsschwerpunkten

sourcensituation und erforderlicher Dienstgüte unterschiedliche Mikroprotokolle komponiert werden könnten.

C. Ableitung effizienter Protokollimplementierungen

Die bisher eingesetzten Generierungstechniken dienen der Entwicklung von Prototypimplementierungen für eine QNX-Laufzeitplattform und haben die *Durchgängigkeit* des Entwicklungsansatzes belegt. Reale Implementierungen unterliegen jedoch sehr weitgehenden Einschränkungen in bezug auf Hardware- und Laufzeitplattform, was grundsätzlich andere Implementierungsansätze erforderlich macht. Einige dieser Ansätze sollen im Kontext der Anwendungsdomäne auf ihre Eignung zur Implementierung maßgeschneiderter Kommunikationsmiddleware hin untersucht und weiterentwickelt werden.

D. Syntaktische und semantische Integration der Entwicklungsphasen

Ein wesentliches Ergebnis der Förderperioden 1 und 2 sind die Entwicklung und die Anwendung von musterbasierten Vorgehensweisen zur Ermittlung von Anwendungs- und Kommunikationsanforderungen sowie zur Maßschneiderung von Kommunikationsprotokollen. Diese Vorgehensweisen sind grundsätzlich in sich abgeschlossen, können also unabhängig voneinander angewendet werden. Allerdings wird bei einer isolierten Anwendung eines musterbasierten Ansatzes nur ein Teil des Wiederverwendungspotenzials, das als *horizontale Wiederverwendung*, also die Wiederverwendung der Muster einer Phase, charakterisiert werden kann, erschlossen. Weiteres Potenzial steckt in der Wiederverwendung von Entscheidungen des Systementwicklungsprozesses, soweit sie an die Verwendung von Mustern koppelbar sind (*vertikale Wiederverwendung*). Die Nutzung dieses Potenzials setzt jedoch die syntaktische und semantische Integration der Entwicklungsphasen voraus.

Die musterbasierte Entwicklung trägt zudem ganz wesentlich zur Verfolgbarkeit von Entwicklungsentscheidungen bei. Innerhalb einer Phase führt die Musteranwendung zu einer zusätzlichen, orthogonalen Systemstruktur, die die Art und Abfolge von Entwicklungsschritten dokumentiert (*horizontale Verfolgbarkeit*). Phasenübergreifend können darüberhinaus auch Abhängigkeiten zwischen Systemteilen verschiedener Abstraktionsstufen sichtbar gemacht werden (*vertikale Verfolgbarkeit*). Auch dies setzt die Integration der Entwicklungsphasen voraus.

3.5.2 Arbeitsprogramm

Die in Kapitel 3.5.1 beschriebenen Arbeitsschwerpunkte werden im folgenden verfeinert und erläutert. Insbesondere wird eine Abgrenzung zu den Arbeiten der Förderperioden 1 und 2 vorgenommen.

Arbeitsschwerpunkt A: Musterbasierter Protokollentwurf

In den Förderperioden 1 und 2 wurde als ein zentrales Ergebnis der SDL-Pattern-Ansatz für den musterbasierten Entwurf maßgeschneiderter Protokolle entwickelt. Bestandteile dieses Ansatzes sind ein inkrementelles Prozessmodell zur Erfassung der

Analyse- und Entwurfsmethodik sowie ein SDL-Pattern-Pool zur Dokumentation von Erfahrungswissen. Mit Ende der 2. Förderperiode kann dieser Ansatz als konsolidiert und wohlverstanden eingestuft werden. Gleichwohl gibt es eine Reihe von Punkten, an denen der Ansatz weiterentwickelt und verbessert werden kann. Da der Ansatz auf großes Interesse in Forschung und Entwicklung gestoßen ist, erscheint es lohnend, ihn weiterzuverfolgen und das erkannte Verbesserungspotenzial umzusetzen.

Arbeitspaket A1: Präzise Beschreibung von SDL-Patterns und ihrer Anwendung

Eng verknüpft mit dem Arbeitspaket A3 ist die Aufgabe der präzisen Beschreibung und der komfortablen Anwendung von Mustern. Hierzu wurden in der laufenden Förderperiode bereits Vorarbeiten geleistet, die fortgesetzt und zu einem konsolidierten Ergebnis geführt werden sollen. Insbesondere geht es darum, die Notationen zur Formulierung von SDL-Fragmenten (PA-SDL; insbesondere im Hinblick auf die Nutzung der zusätzlichen Ausdrucksmöglichkeiten von SDL-2000), Redefinitionsregeln und Einbettungsvorschriften hinreichend zu präzisieren und sämtliche SDL-Patterns in diesen Notationen zu dokumentieren. Auf dieser Grundlage sind rechnergestützte Werkzeuge zur Dokumentation und Verwaltung von SDL-Patterns in der Erfahrungsdatenbank SFB-EDB sowie zu deren Anwendung zu entwickeln.

Personalbedarf: 15 PM

Arbeitspaket A2: Definition von Analysemodellen

Teil des SDL-Pattern-Beschreibungsrahmens ist das Analysemodell, in dem ausgehend von Kommunikationsanforderungen die interagierenden Komponenten, ihre Beziehungen sowie ihre Kollaborationen definiert werden. In den Förderperioden 1 und 2 wurden zur Formulierung des Analysemodells UML-Klassendiagramme und MSC eingesetzt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Sprachunterstützung hier verbesserungsfähig ist. Dazu finden in der laufenden Förderperiode bereits Vorarbeiten statt.

Um neben Verbesserungen beim Reverse-Engineering von SDL-Systemen auch den eigentlichen Entwurfsprozess zu optimieren, soll eine eigene Notation (CoSDL) entwickelt werden, die es erlaubt, iniziale Entwurfsideen in Form von Kollaborationsdiagrammen zu beschreiben. CoDSL wird als graphische Notation konzipiert, die sich stark an SDL anlehnt und (ähnlich zu MSC) Interaktionsverhalten zwischen SDL-Prozessen beschreibt. Im Gegensatz zu MSC soll CoSDL aber nicht auf der Spezifikation von Beispielabläufen basieren, sondern vollständige Kollaborationen zwischen SDL-Prozessen beschreiben. Im Prozessmodell des SDL-Pattern-Ansatzes sollen Kollaborationsdiagramme während der Systemanalyse eingesetzt werden.

Personalbedarf: 6 PM

Arbeitspaket A3: Pattern Mining

Die Qualität der Mustersammlungen ist entscheidend für den Erfolg musterbasierter Entwicklungsprozesse. Muster werden in der Regel durch Analyse von Entwicklungsdokumenten abgeschlossener Projekte gewonnen, so dass von einem *Pattern Mining* gesprochen werden kann. Dies entspricht den Schritten *analyze* und *package* des Quality Improvement Paradigms (QIP). Im Sinne dieses Ansatzes ist die Mustersammlung Bestandteil der Erfahrungsdatenbank SFB-EDB.

Ziel dieses Arbeitspakets ist die Verbreiterung und Verbesserung der bestehenden Sammlung von SDL-Patterns. Insbesondere geht es darum, weitere Protokolltypen auf Architektur- und Interaktionsmuster hin zu analysieren, die so gewonnenen Muster zu konsolidieren und sie in die Mustersammlung zu integrieren. Hierzu soll ein Improvement-Cycle zum kooperativen Pattern Mining definiert und eingesetzt werden, so dass Protokollexperten außerhalb des SFBs an der Erstellung und Verbesserung von Mustern beteiligt werden. Außerdem sollen die zusätzlichen Ausdrucksmöglichkeiten von SDL-2000 zur Musterbeschreibung genutzt werden.

Personalbedarf: 6 PM

Arbeitspaket A4: Musterbasiertes Engineering von Mikroprotokollen

Zur praktischen Erprobung des verbesserten und ergänzten SDL-Pattern-Ansatzes soll eine Menge von Mikroprotokollen (vgl. Arbeitsschwerpunkt B) unter Einsatz von Mustern entwickelt werden. Dies ist aufgrund der im Vergleich zu Mikroprotokollen feineren Granularität von SDL-Patterns sinnvoll und zweckmäßig, um auch hier zu systematischen Lösungen mit einem hohen Wiederverwendungsanteil zu gelangen. Die Mikroprotokolle sind dabei in Abstimmung mit Arbeitsschwerpunkt B so zu wählen, dass ein breiter Funktionsumfang abgedeckt wird und verschiedene Konfigurationsvarianten unterstützt werden.

Personalbedarf: 18 PM

Arbeitsschwerpunkt B: Micro-Protocol Engineering

Dieser neue Arbeitsschwerpunkt soll die Basis für die Erhöhung des Wiederverwendungsgrades bei der Entwicklung maßgeschneiderter Kommunikationsmiddleware verbreitern. Mikroprotokolle sind in sich abgeschlossene, komponierbare Protokolle mit sehr kleinem Funktionsumfang und hoher Orthogonalität. Damit handelt es sich um eine Komponententechnologie, die jedoch anders als die üblichen Vertreter bereits in der Entwurfsphase ansetzt: Mikroprotokolle werden mit formalen Techniken entwickelt und sind auf dieser Ebene bereits komponier- und simulierbar.

Arbeitspaket B1: Definition eines Beschreibungsrahmens

Zur Dokumentation von Mikroprotokollen ist ein spezielles Format, ein Micro-Protocol Description Template, zu definieren. Dieser Beschreibungsrahmen gibt zum einen die Bestandteile einer Mikroprotokolldefinition vor; zum anderen regelt er, mit welchen Sprachmitteln diese Bestandteile zu beschreiben sind. Zu den Bestandteilen gehören in jedem Fall Protokollspezifikation und -implementierung(en). Da es sich bei Mikroprotokollen im Sprachgebrauch der Wiederverwendung um *Komponenten* handelt, sind außerdem Angaben zur Selektion und Komposition erforderlich. Weitere

Angaben können sich z.B. aus der Organisation als Mikroprotokollbibliothek (als Teil der übergreifenden SFB-EDB) ergeben.

Personalbedarf: 3 PM

Arbeitspaket B2: Entwicklung einer Bibliothek von Mikroprotokolldefinitionen

Unter Verwendung des Beschreibungsrahmens aus Arbeitspaket B1 ist eine exemplarische Bibliothek von Mikroprotokolldefinitionen anzulegen. Die Bibliothek soll einen breiten Funktionsumfang abdecken und insbesondere Mikroprotokolle für den Austausch von Mess- und Stellwerten, die verteilte Regelung des Zugriffs auf ein Broadcast-Medium, Routing, Systemüberwachung sowie verschiedene Systemmanagementaufgaben beinhalten. Verschiedene Mikroprotokollkonfigurationen sind zu erstellen und zu simulieren. Die Erstellung geschieht in Koordination mit Arbeitspaket A4.

Personalbedarf: 15 PM

Arbeitspaket B3: Engineering maßgeschneiderter Kommunikationsmiddleware im SFB-Anwendungsbereich

Die Mikroprotokollbibliothek aus Arbeitspaket B2 soll zur Erstellung maßgeschneiderter Kommunikationsmiddleware für den Gebäudeautomationsbereich eingesetzt werden. Jeder Entwicklungsschritt ist durch Validationsaktivitäten abzusichern. Insbesondere sollen die konfigurierten Kommunikationssysteme auf Entwurfsebene in einem Simulationsschritt überprüft werden, bevor sie auf dem realen System implementiert werden.

Personalbedarf: 9 PM

Arbeitsschwerpunkt C: Ableitung effizienter Protokollimplementierungen

Das Wiederverwendungspotenzial der Implementierungsphase wurde in den Förderperioden 1 und 2 durch Generierungstechniken nutzbar gemacht. Zur automatischen Kodeerzeugung dient ein kommerzieller Kodegenerator in Verbindung mit einer C-Laufzeitbibliothek für QNX-Plattformen. Zur Anbindung von SDL-Spezifikationen an verschiedene Basistechnologien (CAN, ATM, Token Ring) wurde ein spezieller Kodegenerator entwickelt, der in der Lage ist, zu einer gegebenen SDL-Spezifikation die notwendigen Laufzeitroutinen automatisch zu erzeugen. Die genannten Werkzeuge wurden zur automatischen Generierung von Prototypimplementierungen in mehreren Fallstudien eingesetzt. Dabei stand vor allem die Untersuchung der Machbarkeit im Vordergrund; Speicher- und Laufzeiteffizienz wurden bisher nicht untersucht. Hier sollen zunächst die vorhandenen Resultate gesichtet und soweit möglich einbezogen werden. Insbesondere soll der kommerzielle Kodegenerator CMicro Verwendung finden. Darüberhinaus sollen die nachfolgenden, speziellen Aspekte evaluiert werden.

Arbeitspaket C1: Untersuchung musterbasierter Implementierungstechniken

Ausgehend von einem musterbasierten Protokolldesign soll untersucht werden, inwieweit eine *musterbasierte Implementierungstechnik* zu effizienteren Implementierungen beitragen kann. Damit verbunden ist die Fragestellung, inwieweit das aus der Musteranwendung resultierende Wissen zur Optimierung des generierten Kodes genutzt werden kann.

Personalbedarf: 9 PM

Arbeitspaket C2: Ableitung von Implementierungsspezifikationen

Hier soll untersucht werden, unter welchen Voraussetzungen eine signalbasierte SDL-Spezifikation in systematischer Weise auf eine *methodenbasierte Implementierung* abgebildet werden kann. Als Ansatz erscheint hier eine Umformung der Server-Struktur auf eine Activity-Thread-Struktur in Verbindung mit einem kooperativen Scheduling von Koroutinen vielversprechend. Solche Verfahren stellen sehr geringe Anforderungen an die Plattform und eignen sich u.a. auch zur Implementierung von Echtzeitsystemen. Die Festlegung einer Implementierungsstrategie erfolgt in enger Abstimmung mit Teilprojekt B5.

Im Anwendungsfeld “Gebäudeautomation” des SFB ist Skalierbarkeit ein wichtiger Entwicklungsaspekt. Dies betrifft nicht nur die Anwendungssoftware, sondern auch die Kommunikationssysteme. Demnach soll eine kleine Erweiterung oder Modifikation der Anwendung keine oder geringe Auswirkungen auf das Kommunikationssystem haben, die außerdem direkt lokalisierbar sein sollen. Zur Erreichung dieses Zieles werden Kommunikationssysteme zunächst anwendungsorientiert modularisiert. Es soll nun untersucht werden, inwieweit diese anwendungsorientierte Entwurfsspezifikation durch strukturelle Transformationen in eine Implementierungspezifikation überführt werden kann.

Personalbedarf: 12 PM

Arbeitspaket C3: Implementierung von Mikroprotokollen im SFB-Anwendungsbereich

Die Implementierungstechniken sind auf eine Auswahl von Mikroprotokollen, wie sie in Arbeitspaket A4 mit dem SDL-Pattern-Ansatz entwickelt werden, anzuwenden. Die hierbei erzielten Ergebnisse fließen in die Mikroprotokollbibliothek ein.

Personalbedarf: 12 PM

Arbeitsschwerpunkt D: Syntaktische und semantische Integration der Entwicklungsphasen

In den Förderperioden 1 und 2 wurden musterbasierte Ansätze sowohl für die Problemanalysephase als auch die Entwurfsphase entwickelt. Sie sind insofern neuartig, als erstmalig formale Beschreibungstechniken zur Definition von Mustern verwendet werden. Außerdem werden musterbasierte Techniken erstmals auch in der Problemanalysephase sowie für bisher nicht betrachtete Domänen untersucht. Um hier flexibel vorgehen zu können, wurde die Integration dieser Ansätze zunächst zurückgestellt. Mit der Konsolidierung der Ansätze in der zweiten Förderperiode erscheint eine Integration nun sinnvoll und geboten. Da die Ergebnisse der früheren Förderperioden sowie der Arbeitsschwerpunkte A, B und C hier einfließen, hat Arbeitsschwerpunkt D eine Klammerfunktion und leistet einen wichtigen Beitrag zur Konsolidierung der Ergebnisse.

Arbeitspaket D1: Integration der Entwicklungsprozesse

Bestandteil der musterbasierten Ansätze, die im Rahmen dieses Teilprojektes bereits entwickelt bzw. mitentwickelt wurden, sind inkrementelle Prozessmodelle zur Erfassung der Analyse- und Entwurfsmethodik. Diese Entwicklungsprozesse lassen sich prinzipiell in das SFB-Referenzprozessmodell einordnen. Allerdings weisen sie unterschiedliche Schnittstellen auf, die bei isolierter Anwendung der Ansätze zweckmäßig sind, die jedoch zur gemeinsamen Anwendung einer Harmonisierung bedürfen. Der SDL-Pattern-Ansatz geht beispiesweise davon aus, dass die Kommunikationsdienste lediglich informell beschrieben sind. Tatsächlich liegt jedoch bei vorangegangener Anforderungsanalyse eine formale, eigenschaftsorientierte Spezifikation vor. Ziel dieses Arbeitspaketes ist daher die Abstimmung sowie die syntaktische und semantische Integration der Entwicklungsprozesse, wobei besonderes Augenmerk auf die Harmonisierung der Beschreibungstechniken zu richten ist.

Personalbedarf: 12 PM

Arbeitspaket D2: Integration der Mustersammlungen

Weiterer Bestandteil der musterbasierten Ansätze sind die Mustersammlungen (Requirement-Pattern-Pool, SDL-Pattern-Pool). Aus den bereits diskutierten Gründen folgen die Musterdefinitionen eigenen Beschreibungsrahmen, die vor allem die isolierte Anwendung der Ansätze unterstützen. Die gemeinsame Anwendung der Ansätze lässt sich u.a. durch die Abstimmung dieser Beschreibungsrahmen verbessern. Beispielsweise steht zu erwarten, dass die syntaktische und semantische Integration zu einer Erschließung des bisher weitgehend ungenutzten Potenzials an vertikaler Wiederverwendung und Verfolgbarkeit führt. Methodisch lässt sich das beispielsweise durch die Aufnahme von Beschreibungsfragmenten in die Analysemodelle nachfolgender Phasen erreichen.

Personalbedarf: 12 PM

Arbeitspaket D3: Engineering maßgescheiderter Kommunikationsmiddleware für skalierbare Gebäudeautomationssysteme

Die syntaktische und semantische Integration der musterbasierten Ansätze, verbunden mit der Nutzung der Mikroprotokollbibliotheken und der Verwendung musterbasierter Implementierungstechniken, soll im Anwendungsfeld des SFB praktisch erprobt werden. Dabei geht es weniger um Machbarkeitsstudien, wie sie in den Förderperioden 1 und 2 im Vordergrund standen, sondern um Fallstudien realistischer Größenordnung, verbunden mit einem Baselining, um zukünftige Verbesserungen der Prozesse und Bausteinsammlungen messbar zu machen.

Personalbedarf: 15 PM

3.5.3 Zeitplan

Personal	2001 1. H.J.	2001 2. H.J.	2002 1. H.J.	2002 2. H.J.	2003 1. H.J.	2003 2. H.J.
Grundausstattung						
M. Müller	B1	B2			B3	
P. Schaible	C1		C2		C3	
Ergänzungsausstattung						
C. Peper	A1		A2	A3	A4	
J. Thees	D1 / D2				D3	
N.N. (stud. Hilfskraft)	A1 / B2			A4 / B3		
N.N. (stud. Hilfskraft)	C1 / C2			C3 / D3		

3.6 Stellung innerhalb des Programms des Sonderforschungsbereichs

Das Teilprojekt B4 hat thematisch einen engen Bezug zur Aufgabenstellung des gesamten SFB sowie zu Teilprojekten in allen Projektbereichen. Dies findet seinen Ausdruck in den Kooperationen der zurückliegenden Förderperioden. Für die kommende Förderperiode ist vorgesehen, die Kooperation mit Teilprojekt A1 zur Einbindung des SDL-Pattern-Ansatzes in die SFB-EDB fortzusetzen und auf den Requirement-Pattern-Ansatz auszudehnen. Ferner soll das begonnene Messprogramm zur Evaluierung der musterbasierten Techniken fortgesetzt werden. Ein thematisch besonders enger Bezug besteht zu Teilprojekt B5, was sich in einer intensiven Kooperation zur Integration von Produkten und zur Vereinheitlichung der Plattform-Schnittstellen niederschlägt. Es ist vorgesehen, Mikroprotokollentwicklungen zur Erhöhung der Fehlertoleranz mit Teilprojekt B11 abzustimmen. Die bisherige sehr enge Kooperation mit Teilprojekt C1 soll im Rahmen der Weiterentwicklung der Sprachunterstützung fortgesetzt werden. Zur Modellierung der Entwicklungsprozesse wird Unterstützung von den Teilprojekten A2 und B1 erwartet. Die Realisierung prototypischer Systeme findet u.a. in dem von Teilprojekt D1 eingerichteten Testfeld statt.

3.7 Ergänzungsausstattung für das Teilprojekt

	Bewilligung 2000		2001			2002			2003		
	Verg.-Gr.	Anz.	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM
PK	BAT IIa	2	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800
			stud. Hkr.	2	40.800	stud. Hkr.	2	40.800	stud. Hkr.	2	40.800
	zus.:	2	zus.:	4	249.600	zus.:	4	249.600	zus.:	4	249.600
SV			Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM
			(515)		-	(515)		-	(515)		-
			(522)		3.000	(522)		3.000	(522)		3.000
			zusammen		3.000	zusammen		3.000	zusammen		3.000
I			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.		
			-			-			-		

es bedeuten: PK: Personalbedarf und -kosten (Begründung vgl. 3.7.1)
SV: Sächliche Verwaltungsausgaben (Begründung vgl. 3.7.2)
I: Investitionen (Geräte über DM 20.000; Begründung vgl. 3.7.3)

3.7.1 Begründung des Personalbedarfs

	Name, akad. Grad, Dienststellung	engeres Fach des Mitarbeiters	Bezeichnung des Institutes oder der Hochschule	Anteil der aufgew. Gesamt-arbeitszeit (bera-tend: B)	im SFB tätig seit	derzeitige Einstufung und beantragte Ver-gütungs-gruppe
Grundausstattung 3.7.1.1 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Gotzhein, Prof. Dr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	5	1.1.95	
	(2) Müller, M., cand.-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	20	1.1.98	
	(3) Schaible, P., Dipl.-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	20	1.9.00	
Ergänzungsausstattung 3.7.1.3 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(4) Peper, C., Dipl.-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	38,5	1.4.95	IIa
	(5) Thees, J., Dipl.-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	38,5	1.2.00	IIa
	(6) N.N., stud. Hkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19	1.1.01	
	(7) N.N., stud. Hkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	19	1.1.01	
3.7.1.4 nichtwissenschaftl. Mitarbeiter						

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Grundausstattung

- Pos. 1: Projektleitung unf wissenschaftliche Betreuung
- Pos. 2: Arbeitsschwerpunkt B
- Pos. 3: Arbeitsschwerpunkt C

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Ergänzungsausstattung

- Pos. 4: Arbeitsschwerpunkt A
- Pos. 5: Arbeitsschwerpunkt D
- Pos. 6: Entwicklungsarbeiten in den Arbeitspaketen A1, A4, B2 und B3.
- Pos. 7: Entwicklungsarbeiten in den Arbeitspaketen C1, C2, C3 und D3.

3.7.2 Aufgliederung und Begründung der sächlichen Verwaltungsausgaben

	2001	2002	2003
Für sächliche Verwaltungsausgaben stehen als **Grundausstattung** voraussichtlich zur Verfügung	Mittel für sächliche Verwaltungsausgaben in der Grundausstattung werden zentral vom Fachbereich Informatik verwaltet und können deshalb nicht in Arbeitsgruppen aufgeschlüsselt werden.		
Für sächliche Verwaltungsausgaben werden als **Ergänzungsausstattung** beantragt (entspricht den Summen “sächliche Verwaltungsausgaben“ in Übersicht 3.7)	3.000	3.000	3.000

Begründung zur Ergänzungsausstattung der Sächlichen Verwaltungsausgaben

Die sächlichen Verwaltungskosten in der Ergänzungsausstattung werden zur Finanzierung von Literaturrecherchen, kleineren Geräteerweiterungen und elektronischem Kleinmaterial benötigt.

3.7.3 Investitionen (Geräte über 20.000 brutto)

Bezeichnung des Gerätes (ggf. mit Typenbezeichnung)	Einzelpreis 2001	Einzelpreis 2002	Einzelpreis 2003
	-	-	-
Summe	-	-	-

3.1 Allgemeine Angaben zum Teilprojekt B5

3.1.1 Thema

GeneSys – Generische Systemsoftware

3.1.2 Fachgebiet und Arbeitsrichtung

Informatik, AG Systemsoftware

3.1.3 Leiter

Prof. Dr. Jürgen Nehmer
geb. 13.2.1942
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631-205-4020
Fax: 0631-205-3558
nehmer@informatik.uni-kl.de

Die Stelle des Leiters ist befristet (x) nein ( ) ja, bis zum

3.1.4 -entfällt-

3.1.5 In dem Teilprojekt sind vorgesehen

Untersuchungen am Menschen	( ) ja	(x) nein
klinische Studien im Bereich der somatischen Zell- oder Gentherapie	( ) ja	(x) nein
Tierversuche	( ) ja	(x) nein
gentechnologische Untersuchungen	( ) ja	(x) nein

3.1.6 Bisherige und beantragte Förderung des Teilprojektes

Haushaltsjahr	Personalkosten bzw. BAT-Stellen	Sächliche Verwaltungsausgaben	Investitionen	Gesamt
bis 1997	674,4	15	50	739,4
1998	201,6	3	0	204,6
1999	206,4	3	0	209,4
2000	104,4	3	0	107,4
Zwischensumme	1186,8	24	50	1260,8
2001	249,6	3	0	252,6
2002	249,6	3	0	252,6
2003	249,6	3	0	252,6

(jeweils Ergänzungsausstattung, Beträge in DM 1000.-)

3.2 Zusammenfassung

Betriebssysteme stellen eine unverzichtbare Plattform für die Laufzeitunterstützung großer Anwendungssysteme dar. Gerade im Bereich der eingebetteten Systeme mit ihren stark divergierenden Anforderungen an Umfang und Qualität der benötigten Betriebssystemdienste besteht naturgemäß ein großer Bedarf an angepassten und hoch optimierten Lösungen. Heute verfügbare Ansätze zur Betriebssystemkonfiguration unterstützen eine derartige Maßschneiderung nur unzureichend.

Das Teilprojekt hat sich die Aufgabe gestellt, Methoden, Techniken und Werkzeuge zu entwickeln, um die Herstellung eines für eine bestimmte Anwendung maßgeschneiderten Betriebssystems in bisher nicht gekanntem Ausmaß zu unterstützen. Im Zentrum der Untersuchungen stehen hierbei nicht die Entwicklung grundlegend neuer Betriebssystemstrukturen, sondern die generische Auslegung komponentenbasierter Betriebssysteme und die werkzeuggestützte Anpassung dieser Systeme nach Anwendungsanforderungen, wobei neben funktionalen Eigenschaften insbesondere auch nichtfunktionale Anforderungen an das Betriebssystem zu berücksichtigen sind. Der wissenschaftliche Ansatz basiert auf einer Rahmenarchitektur für Betriebssysteme und einer darauf abgestimmten Komponententechnologie, die eine Wiederverwendung von Komponenten auf Kodeebene unterstützt und die flexible Maßschneiderung der Komponenten über generische Parameter unter weitgehender Einbeziehung von Generatortechniken ermöglicht. Darauf aufsetzend erlauben Verfahren zur Kodierung und Wiederverwendung von Expertenwissen die Steuerung des Entwicklungsvorgangs durch Anwendungsvorgaben.

Im Rahmen des Teilprojekts werden folgende wissenschaftliche Aufgabenstellungen bearbeitet, die für den Erfolg des Teilprojekts von zentraler Bedeutung sind:

a) Entwicklung einer Komponententechnologie, die eine Beeinflussung der Eigenschaften einzelner Komponenten durch Belegung generischer Parameter ermöglicht und im Rahmen einer offenen Betriebssystemarchitektur die Herstellung maßgeschneiderter Systemvarianten durch Komposition aus Grundbausteinen erlaubt;
b) Entwicklung von Generatortechniken zur anwendungsgesteuerten, automatischen Modifikation bzw. Vervollständigung von Komponentenkode gemäß der Belegungen generischer Parameter;
c) Entwicklung von Verfahren zur präzisen Erfassung von Betriebssystemanforderungen –insbesondere auch nicht-funktionaler Art, beispielsweise Zeit- oder Verteilungsaspekte betreffend– und zur Umsetzung dieser Anforderungen in Generatoranweisungen;
d) Untersuchungen zu adaptiven Betriebssystemen, die ihren Funktionsumfang und die Qualität der angebotenen Dienste anwendungsgesteuert zur Laufzeit modifizieren können;
e) Integration generisch ausgelegter Betriebssysteme mit den sie beschreibenden Dokumenten und den entwickelten Generatoren in einen methodisch unterstützten Softwareentwurfsprozess.

3.3 Stand der Forschung

Ansätze zur Maßschneiderung von Laufzeitplattformen im Bereich eingebetteter Systeme lassen sich bezüglich des Anpassungszeitpunktes grob in statische und dynamische Verfahren unterteilen. Unter statischer Maßschneiderung wird dabei die Anpassung eines Betriebssystems zur Übersetzungszeit verstanden, bei der neben einer Reduktion des Funktionsumfanges auf das tatsächlich benötigte Minimum feingranulare Modifikationen vorgenommen werden, um stringente funktionale und nichtfunktionale Anforderungen befriedigen zu können. Während die Entwicklung geeigneter Betriebssystemstrukturen und -implementierungen bereits weit fortgeschritten ist (siehe z.B. PURE [1], ProOSEK [8] oder VxWorks [7]), befindet man sich bei der Unterstützung der eigentlichen Maßschneiderung noch im Anfangsstadium. Mit Hilfe von dedizierten Werkzeugen (PURE, VxWorks) oder Sprachen (ProOSEK) versucht man, Betriebssystemexperten bei der Konfiguration der meist objektorientierten Betriebssystembaukästen zu unterstützen. Eine darüber hinausgehende Unterstützung von Anwendungsentwicklern ohne entsprechendes Hintergrundwissen bei der Maßschneiderung von Laufzeitplattformen stellt allerdings ein nach wie vor offenes Problem dar.

Dynamisch anpassbare Betriebssysteme ermöglichen die Erweiterung bzw. die Modifikation des Systems zur Laufzeit, woraus im Allgemeinen eine Anpassung des ausgeführten Programmkodes resultiert, die es geeignet zu unterstützen gilt. Die methodischen Grundlagen hierfür liegen im dynamischen Laden von Programmmodulen und in der objektorientierten und reflexiven Programmierung, wie sie z.B. in SPIN [4], VINO [5] und Apertos [3] eingesetzt werden. Der für eine dynamische

Anpassbarkeit erforderliche implementierungstechnische Überbau (siehe z.B. Jini [6]) erschwert allerdings den Einsatz derartiger Betriebssysteme im Bereich der eingebetteten Systeme. Alternative Ansätze wie in DReaMS [2] versuchen hier, durch angepasste Methoden und eine geeignete Einschränkung der angebotenen Unterstützung dynamische Anpassungen auch in eingebetteten Systemen zu unterstützen.

[1] D. Beuche, A. Guerrouat, H. Papajewski, W. Schröder-Preikschat, O. Spinczyk, U. Spinczyk: *The PURE Family of Object-Oriented Operating Systems for Deeply Embedded Systems*; 2nd IEEE Intl. Symposium on Object-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC' 99), Saint Malo, France, 1999

[2] C. Ditze: *A Step towards Operating System Synthesis*; Proc. of the 5th Annual Australasian Conf. on Parallel And Real-Time Systems (PART), 1998

[3] R. Lea, Y. Yokote, J. Itoh: *Adaptive operating system design using reflection*, Proc. of the 5th Workshop on Hot Topics in Operating Systems (HotOS-V), Washington, USA, 1995

[4] P. Pardyak, B. Bershad: *Dynamic Binding for an Extensible System*; Proc. of the 2nd USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI), Seattle, USA, 1996

[5] M. Seltzer, C. Small: *Self-monitoring and Self-adapting Operating Systems*; Proc. of the 6th Workshop on Hot Topics in Operating Systems, Cape Cod, USA, 1997

[6] Sun Microsystems Inc.: *Jini Architectural Overview — Technical White Paper*, 1999; online verfügbar unter:
http://www.sun.com/jini/whitepapers/architecture.pdf

[7] Wind River Systems: *VxWorks Programmer's Guide 5.4*, Edition 1, DOC-12629-ZD-01, 1999; online verfügbar unter:
http://www.wrs.com/pdf/vxworks_guide.pdf, 2000

[8] 3SOFT: *ProOSEK: Product Description*; online verfügbar unter:
http://www.3soft.de/english/produkte/pro_osek/frame_pro_osek.html, 2000

3.4 Eigene Vorarbeiten

Die geplanten Arbeiten der dritten Förderungsperiode basieren maßgeblich auf den Ergebnissen der beiden vorangegangenen Förderungsperioden. Im Bereich der Basistechnologie für generische Systemsoftware sind mehrere Betriebssystembaukästen für eingebettete Systeme entstanden [15,17], anhand derer verschiedene Realisierungskonzepte für generische Komponenten [11] entwickelt und evaluiert wurden. Die dabei gesammelten Erfahrungen legen eine weitergehende Erforschung der Entwicklungsmethoden für generische Komponenten nahe. Grundlagen für Betrachtungen hinsichtlich dynamischer Anpassungen wurden beispielsweise mit der Implementierung eines dynamisch konfigurierbaren Kommunikations-Frameworks [14] gelegt.

Zur Unterstützung der anwendungsgesteuerten Maßschneiderung von generischen Betriebssystemen wurden in der vergangenen Förderungsperiode erste Techniken, Verfahren und Werkzeuge erarbeitet. Exemplarisch sind hier die Analyseverfahren zur Extraktion von Betriebssystemanforderungen aus SDL-Anwendungsentwürfen [19,20], die Technik zur einheitlichen Modellierung von Betriebssystemressourcen [10], die Konfigurationswerkzeuge für generische Betriebssystemkomponenten [15,16,18] und der auf Design-Spaces [13] basierende Maßschneiderungsprozess [9,12] für Laufzeitplattformen zu nennen.

Mit Abschluss der zweiten Förderungsperiode stellt das Teilprojekt B5 dem Sonderforschungsbereich somit zwei maßschneiderbare Laufzeitplattformen und die entsprechenden Unterstützungswerkzeuge bereit, die im Rahmen von Fallstudien und Experimenten eingesetzt werden können.

Konferenzen und Workshops

[9] L. Baum, M. Becker, L. Geyer, G. Molter: *Mapping Requirements to Reusable Components using Design Spaces*, Proc. of the IEEE Int'l Conference on Requirements Engineering (ICRE-2000), Schaumburg/Chicago, USA, June 2000

[10] L. Baum, T. Kramp: *Towards a Uniform Modeling Technique for Resource-Usage Scenarios*, Proc. of the 1999 Int'l Conf. on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'99), Las Vegas, Nevada, USA, June 1999

[11] L. Baum: *Towards Generating Customized Run-time Platforms from Generic Components*, Proc. of the 11th Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAISE’99), 6th DC, Heidelberg, Germany, June 1999

[12] L. Baum, M. Becker, L. Geyer, G. Molter, P. Sturm: *Driving the Composition of Run-time Platforms by Architectural Knowledge*, Proc. of the 8th ACM SIGOPS European Workshop, Portugal, September 1998

[13] L. Baum, L. Geyer, G. Molter, S. Rothkugel, P. Sturm: *Architecture-centric Software Development Based on Extended Design Spaces*, Proc. of the 2nd ARES Workshop (Esprit 20477), Las Palmas de Gran Canaria, February 1998

SFB-Berichte

[14] T. Kramp, G. Coulson: *The Design of a Flexible Communications Framework for Next-Generation Middleware*, SFB 501 Report 12/99, Dept. of Computer Science, University of Kaiserslautern, 1999

Diplomarbeiten

[15] A. Eckert: *Modellierung und werkzeuggestützte Verarbeitung von Parameterabhängigkeiten bei generischen Komponenten*; AG Systemsoftware, Universität Kaiserslautern, 1999

[16] A. Gilbert: *Design-Space-basierte Konfiguration des Betriebssystems QNX*; AG Systemsoftware, Universität Kaiserslautern, 1999

[17] M. Iannizzi: *Exemplarische Realisierung eines Scheduler-Subsystems für einen Realzeit-Betriebssystemkern als generische Komponente*, AG Systemsoftware, Universität Kaiserslautern, 1998

[18] T. Leyer: *Ein Konfigurationswerkzeug für generische Komponenten am Beispiel von QNX-Modulen*, AG Systemsoftware, Universität Kaiserslautern, 1998

Projektarbeiten

[19] E. Becher: *Modellierung von Betriebssystemanforderungen in SDL mit SDT*, AG Systemsoftware, Universität Kaiserslautern, 1998

[20] T. See: *Erfassung von BS-Anforderungen aus SDL-Entwürfen*, AG Systemsoftware, Universität Kaiserslautern, 1998

3.5 Ziele, Methoden, Arbeitsprogramm und Zeitplan

3.5.1 Ziele und Methoden

Aufbauend auf den in der ersten Förderungsperiode geschaffenen Grundlagen wurden in der zweiten Periode Verfahren zur statischen Maßschneiderung von Laufzeitplattformen entwickelt. Der Fokus lag hierbei auf der Unterstützung von Selektion, Konfiguration und Komposition generischer Komponenten, sowie auf der Steuerung dieser Entwicklungsschritte durch Anwendungsanforderungen. Von diesen Ergebnissen ausgehend, verfolgt das Teilprojekt in der beantragten Förderungsperiode drei Ziele. Zum einen soll für die bisher entwickelten Methoden und Werkzeuge ein durchgängiger, selbst maßschneiderbarer Prozessrahmen bereitgestellt werden. Zum anderen sollen zwei weitere, thematisch angrenzende Problemfelder aufgegriffen werden, in denen bisher keine entsprechende Unterstützung in Form von Methoden und Werkzeugen angeboten wird. Sie betreffen eine Entwicklungsunterstützung für generische Softwarekomponenten, die die Ausgangsprodukte für den bisher betrachteten Maßschneiderungprozess darstellen, sowie Untersuchungen zur dynamischen Anpassung einer Laufzeitplattform nach deren initialer Maßschneiderung. Die sich ergebenden Arbeitsschwerpunkte fügen sich bezüglich der Entwicklungs- und Einsatzzeit einer Laufzeitplattform wie folgt in einen zeitlichen Rahmen ein (Abb. 1):

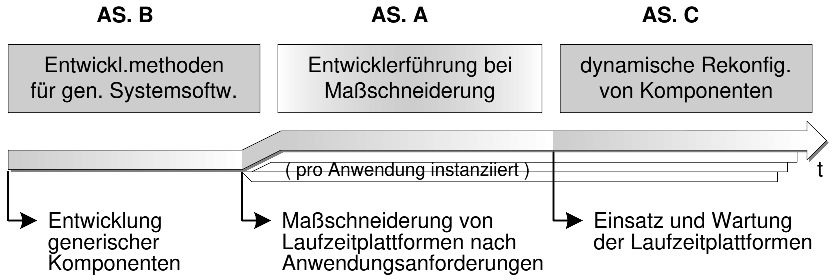


Abbildung 1: Arbeitsschwerpunkte und ihre Zuordnung zu bestimmten Phasen der Entwicklung und des Einsatzes von Laufzeitplattformen.

Im Arbeitsschwerpunkt A wird die Integration der bisher erzielten Ergebnisse bezüglich der Konstruktion maßgeschneiderter Laufzeitplattformen in einen durchgängigen Prozessrahmen angestrebt, welcher sich nahtlos in den SFB-Referenzprozess einfügt. Ziel dabei ist es, die bereitgestellten Unterstützungsleistungen von der Automatisierung einzelner Entwicklungsschritte auf die methodische Führung des Anwendungsentwicklers durch den gesamten Prozess der Maßschneiderung auszudehnen. Darüber hinaus soll dieser Prozessrahmen modular strukturiert werden, um eine Maßschneiderung von Entwurfsprozessen durch Einbinden spezialisierter Teilprozesse zu ermöglichen. Auf diese Weise wird auch die Integration der in den Arbeitsschwerpunkten B und C zu erzielenden Ergebnisse ermöglicht, womit letztlich ein durchgängiges Gesamtkonzept für Entwicklung, Maßschneiderung und Einsatz generischer Laufzeitplattformen bereitgestellt werden kann.

Ziel des Arbeitsschwerpunktes B ist die Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur Unterstützung von Betriebssystementwicklern bei der Erstellung und Weiterentwicklung generischer Komponenten. Einer solchen Unterstützung kommt eine besondere Bedeutung zu, weil die Entwicklung wiederverwendbarer, generischer Komponenten im Vergleich zu einmaligen Spezialentwicklungen vergleichsweise teuer ist. Ausgehend von den bisher bei der manuellen Komponentenerstellung gewonnenen Erfahrungen sollen Techniken und Werkzeuge zur Automatisierung einzelner Teilaufgaben wie der Erstellung und Parametrisierung von Komponentenbeschreibungen entwickelt werden. Grundlage derartiger Unterstützungsleistungen können im Teilprojekt bereits eingesetzte Techniken wie die der Design Spaces sowie bestehende Generatorkonzepte bilden, die hierfür geeignet weiterzuentwickeln sind.

Im Arbeitsschwerpunkt C sollen die technischen und methodischen Grundlagen zur dynamischen Rekonfiguration aus generischen Komponenten erzeugter Laufzeitplattformen erforscht werden. Geeignete Unterstützungsleistungen, die sowohl anwendungsgesteuerte als auch durch die Plattform selbst initiierte Anpassungen von Laufzeitplattformdiensten betreffen, sind angesichts der für eingebettete Kontrollsysteme typischen langen Einsatzzeiten von besonderer Relevanz. Die bisher auf eine statische Maßschneiderung beschränkten Generik-Konzepte müssen zu diesem Zweck um die Unterstützung ausgewählter dynamischer Anpassungen ergänzt werden. Der Ansatz generischer Komponenten ist hierbei so zu erweitern, dass generische Parameter auch nach der Instanziierung von Komponenten sichtbar bleiben und zur Anpassung der Komponenten während der Laufzeit des Systems genutzt werden können.

3.5.2 Arbeitsprogramm

Arbeitsschwerpunkt A: Entwicklerführung bei der Maßschneiderung von Laufzeitplattformen

Im Rahmen des Arbeitsschwerpunktes A soll eine technisch und methodisch durchgängige Entwicklerunterstützung für die Maßschneiderung von Laufzeitplattformen bereitgestellt werden. Arbeitspaket A1 legt hierzu die Grundlage in Form eines konfigurierbaren Gesamtprozesses, für dessen Durchführung in Arbeitspaket A2 eine umfassende Werkzeugunterstützung bereitgestellt werden soll. Arbeitspaket A3 schließlich dient der Bewertung der entwickelten Softwaretechnologie in Bezug auf Produktivität und Produktqualität.

Arbeitspaket A1: Konfigurierbarer Gesamtprozess

Ziel dieses Arbeitspaketes ist die Erarbeitung eines Entwicklungsprozesses, der sämtliche Arbeitsschritte der statischen Maßschneiderung von Laufzeitplattformen abdeckt. Der Prozess soll mit Hilfe von MILOS formuliert werden, um die Verarbeitbarkeit durch im SFB verfügbare Werkzeuge sicherzustellen. Die Bereitstellung eines derart umfassenden Prozesses erfordert zunächst die Entwicklung von Vorgehensmodellen für bisher nicht betrachtete Bereiche wie der Verteilung einer Laufzeitplattform auf mehrere Rechnerknoten und der Auswahl einer geeigneten Hardwareplattform. Ausgehend vom Kommunikationsverhalten der Anwendung bzw. von Anwendungsanforderungen an die Hardware sind hierzu heuristische Verfahren zur Unterstützung entsprechender Entwurfsentscheidungen zu entwickeln. Darüber hinaus soll durch eine modulare Strukturierung des Prozesses die Austauschbarkeit von Teilprozessvarianten ermöglicht werden, um den Gesamtprozess für konkrete Maßschneiderungsaufgaben gezielt konfigurieren zu können. Mit dem Aufstellen von Regeln, welche die Eignung einzelner Teilprozessvarianten für bestimmte Maßschneiderungsaufgaben beschreiben, soll die Konfiguration des Gesamtprozesses unterstützt werden. Typische Anwendungsfälle und daraus resultierende Maßschneiderungsaufgaben sind hierfür zu klassifizieren, beispielsweise in Bezug auf Verteilungsanforderungen, Typen benötigter Plattformfunktionalität und Arten nichtfunktionaler Anforderungen. Ebenso sind die Teilprozessvarianten gemäß ihrer Besonderheiten und anhand der abgedeckten Prozessschritte zu charakterisieren. Gelingt eine Formulierung dieser Eigenschaften mit Design Spaces, so ließen sich geeignete Regeln in Form von Korrelationen formalisieren und einer werkzeuggestützten Verarbeitung zugänglich machen.
Personalbedarf: 12 PM

Arbeitspaket A2: Integrative Werkzeugunterstützung

Für Konfiguration und Durchführung des in Arbeitspaket A1 erarbeiteten Gesamtprozesses soll in diesem Arbeitspaket eine werkzeugtechnische Unterstützung bereitgestellt werden. Dies erfordert zum einen die Entwicklung eines Werkzeugs zur Auswahl geeigneter Teilprozessvarianten auf Basis der in Arbeitspaket A1 formulierten Regeln. Zum anderen soll ein Prozessleitwerkzeug die Durchführung des Maßschneiderungsprozesses unterstützen und die Koordination der bereits verfügbaren Einzelwerkzeuge übernehmen. Für die Bereitstellung eines solchen Werkzeugs ist auf die Ergebnisse des Teilprojekts A2 zurückzugreifen, wobei zu prüfen ist, inwieweit im Teilprojekt A2 entwickelte Werkzeuge zu erweitern sind, um die angestrebte Integration mit den Einzelwerkzeugen des Teilprojekts B5 zu ermöglichen. Das Prozessleitwerkzeug soll in diesem Zusammenhang Infrastrukturleistungen im Sinne einer offenen Werkbank zur Verfügung stellen, was beispielsweise einen einheitlichen Rahmen für Benutzeroberflächen sowie eine einheitliche Datenhaltung betrifft. In den vergangenen Förderungsperioden entstandene Werkzeuge wie der SDL-Analysator, das Design-Space-Werkzeug und der QNX-Konfigurator sind hierzu in Hinblick auf eine Angleichung der Dateiformate und Datenbankschemata, sowie eine konzeptionelle Entkopplung von Benutzeroberfläche und Werkzeugfunktionalität anzupassen. Auf diese Weise kann das Prozessleitwerkzeug neben der Führung des Entwicklers durch den gesamten Maßschneiderungsprozess auch die zeitlich passende Ansteuerung der Einzelwerkzeuge und die Verwaltung teilprozessübergreifender Statusinformationen übernehmen.
Personalbedarf: 15 PM

Arbeitspaket A3: Kosten-/Nutzenbewertung

Mit Hilfe von Fallstudien soll in diesem Arbeitspaket eine Bewertung von Kosten und Nutzen des verfolgten Entwicklungsansatzes sowie der bereitgestellten Werkzeugunterstützung vorgenommen werden. Die Untersuchungen sollen sich dabei insbesondere auf die zu erzielende Produktivitätssteigerung bei der Entwicklung maßgeschneiderter Laufzeitplattformen und auf die erreichbare Produktqualität konzentrieren, wobei als Standardmetriken Entwicklungszeit und Fehleranzahl zum Einsatz kommen. Während sich die Untersuchungen in der vergangenen Förderungsperiode ausschließlich auf die Nutzenseite bezogen, soll hier auch die Kostenseite betrachtet werden. In einzelnen Fallstudien ist daher mit Unterstützung des Teilprojekts A1 zum einen der Entwicklungsaufwand für ausgewählte generische Komponenten zu quantifizieren und mit dem Aufwand für konventionelle Komponentenentwicklungen zu vergleichen. Zum anderen sind in Fallstudien beispielsweise auf Basis der Plattformarchitektur RTK Entwicklungen maßgeschneiderter Plattformen sowohl manuell als auch mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Werkzeugunterstützung vorzunehmen, wobei Entwicklungszeit und Fehleranzahl zu erfassen sind. Auf Grundlage dieser Daten ist erstmals eine Gesamtbewertung des Entwicklungsansatzes möglich, beispielsweise im Sinne von Aussagen, ab welcher Wiederverwendungshäufigkeit sich der Einsatz generischer Laufzeitplattformen lohnt.
Personalbedarf: 12 PM

Arbeitsschwerpunkt B: Entwicklungsmethoden für generische Systemsoftware

In diesem Arbeitsschwerpunkt sollen Verfahren zur Erstellung generischer Komponenten und maßschneiderbarer Plattformen erforscht und durch Werkzeuge unterstützt werden. Die Arbeitspakete B1 und B2 beschäftigen sich hierbei mit komponentenlokalen Fragestellungen, die Arbeitspakete B3 und B4 mit komponentenübergreifenden und architekturbezogenen Fragestellungen.

Arbeitspaket B1: Komponentenentwicklung

Ziele dieses Arbeitspaketes sind die Erarbeitung eines Vorgehensmodells für die Entwicklung generischer Komponenten und die Bereitstellung einer auf das Konzept generischer Komponenten abgestimmten Entwicklungsumgebung. Ausgehend von den in vergangenen Förderungsperioden gesammelten Erfahrungen mit ad-hoc-Entwicklungen generischer Komponenten sollen Heuristiken erarbeitet werden, welche beispielsweise Aussagen darüber zulassen, wieviel Flexibilität an welchen Implementierungsstellen sinnvoll ist und mit welchen der entwickelten Implementierungstechniken die jeweilige Flexibilität optimal realisiert werden kann. Darüber hinaus gilt es zu untersuchen, wie die bisher in unterschiedlichen Formaten wie key-value-pairs, sed-Skripten, und Quelltextkommentaren vorliegenden Parametrisierungsinformationen vereinheitlicht werden können, um sie einfacher für Entwicklungswerkzeuge verfügbar zu machen. Als Basis für eine einheitliche Beschreibung der Parametrisierung sowohl des Quelltextes als auch der VA-APIs bietet sich die Sprache XML an, die eine leichte Transformierbarkeit der Beschreibungen in diverse andere Formate verspricht. Die zur Unterstützung dieses Ansatzes erforderliche Entwicklungsumgebung schließlich soll eine einfache Eingabe von Komponentenbeschreibungen und insbesondere die Bearbeitung von Komponentenquelltexten in verschiedenen Sichten ermöglichen. Eine Aufbereitung des Quelltextes z.B. für eine Generik-Sicht auf alle Parametrisierungsinformationen oder eine Instanzen-Sicht auf eine einzelne ausgewählte Variante bietet sich auf Basis einer Transformation in HTML an.
Personalbedarf: 15 PM

Arbeitspaket B2: Generierung von Komponentenbeschreibungen

Die Entwicklung von Komponentenbeschreibungen und insbesondere die Bereitstellung von Parametrisierungsinformationen kann bis zu einem gewissen Grad durch Werkzeuge unterstützt werden. Im Zentrum dieses Arbeitspaketes stehen daher Untersuchungen, inwieweit derzeit für die Manipulation von Komponentenimplementierungen eingesetzte, auf Java-Macros und XML basierende Generatortechniken zu erweitern sind, um einzelne Beschreibungsfacetten generischer Komponenten automatisch zu erzeugen. Mittels geeignet angepasster Generatoren lassen sich beispielsweise Schnittstellenbeschreibungen automatisch aus dem Komponentenquelltext ableiten, wobei im Falle varianter Schnittstellen gleichzeitig auch entsprechende Parametrisierungsinformationen generiert werden können. Im Falle mehrerer konventionell implementierter Komponentenvarianten lassen sich darüber hinaus unter bestimmten Umständen generische Implementierungen mitsamt der notwendigen generischen Parameter und der Generierungsinformationen erzeugen. Liegen die ein-

zelnen Varianten zu diesem Zweck in strukturell ähnlicher Form vor, beispielsweise weil sie durch geringfügige Modifikationen aus dem selben Quelltext hervorgegangen sind, so lassen sich durch zeilenweisen Quelltextvergleich Informationen über invariante und variante Komponententeile gewinnen. Diese Informationen können automatisch zur Ableitung generischer Parameter und zur Erzeugung einer generischen Implementierung genutzt werden. Neben einer nachträglichen generischen Auslegung bereits vorhandener konventioneller Komponenten wird auf diese Weise auch die Weiterentwicklung generischer Komponenten unterstützt.
Personalbedarf: 12 PM

Arbeitspaket B3: Ableitung von Architekturinformationen

Bei der Entwicklung neuer Komponenten bzw. Komponentenvarianten müssen deren Wechselwirkungen mit anderen Elementen der Zielarchitektur erkannt und beschrieben werden. Dieses Arbeitspaket dient daher der Entwicklung von Methoden zur teilautomatischen Erfassung bestimmter architektureller Informationen wie Komponentenabhängigkeiten und Kompositionsregeln während der Komponentenentwicklung. Abhängigkeiten in Form von Aufrufen, Datenzugriffen und Referenzierungen lassen sich bereits während der Implementierung der Komponenten erkennen und werkzeuggestützt beispielsweise in Form annotierter Korrelationen zwischen Komponenten-Design-Spaces dokumentieren. Zur automatischen Erfassung derartiger Informationen sind geeignete Quelltext-Parser bereitzustellen und in die angestrebte Komponentenentwicklungsumgebung zu integrieren. Darüber hinaus gilt es, mit Unterstützung des Teilprojekts C1 zu untersuchen, inwieweit sich diese Abhängigkeiten auf Basis eines geeignet erweiterten Korrelationskonzepts in formale Kompositionsregeln für Komponenten transformieren lassen. Einen ersten Ansatzpunkt stellen hierbei erweiterte Abstract State Machines (ASM) dar. Für eine nahtlose Integration in die bereits entwickelte Methodik zur Auswahl und Konfiguration von Komponenten muss sich eine entsprechende Formalisierung des Kompositionsbegriffs dabei mit dem Design-Space-Konzept kombinieren lassen.
Personalbedarf: 12 PM

Arbeitspaket B4: Auswahl und Evolution von Architekturen

Bevor für eine konkrete Anwendung passende generische Systemsoftwarekomponenten ausgewählt und maßgeschneidert werden können, muss zunächst eine geeignete Plattformarchitektur gewählt werden. In diesem Arbeitspaket sollen daher zum einen Methoden entwickelt werden, die die Unterstützung einer solchen Architekturauswahl durch Werkzeuge ermöglichen. Hierbei gilt es, den Einfluss architektureller Konzepte auf die Systemeigenschaften zu erfassen; Eine Beschreibung dieser Zusammenhänge soll mit Hilfe von Erweiterungen an Architekturbeschreibungssprachen wie Darwin oder Rapide versucht werden. Auf Basis dieser Erkenntnisse lassen sich dann Aussagen über die Erfüllbarkeit bestimmter Anwendungsanforderungen mit unterschiedlichen Plattformarchitekturen machen. Dieses Wissen soll in Form von Heuristiken formuliert und zur werkzeugunterstützten Steuerung der Architekturauswahl durch Anwendungsanforderungen genutzt werden. Zum anderen sollen in diesem Arbeits-

paket auch Verfahren bereitgestellt werden, die die evolutionäre Weiterentwicklung einer Architektur im Falle fehlender Funktionalitäten oder unerfüllbarer nichtfunktionaler Anforderungen unterstützen. Hierbei ist insbesondere an die Auswertung architektureller Informationen zum Auffinden durch notwendige Änderungen betroffener Komponenten gedacht. Zu diesem Zweck sind Werkzeuge zur Analyse der in Arbeitspaket B3 bereitgestellten Abhängigkeitsbeschreibungen zu entwickeln.
Personalbedarf: 12 PM

Arbeitsschwerpunkt C: Dynamische Rekonfiguration von Komponenten

Die Weiterentwicklung bestehender Generik-Konzepte zur Unterstützung dynamischer Anpassungen von Laufzeitplattformen ist Gegenstand dieses Arbeitsschwerpunktes. Die Grundlagen hierzu werden mit den Arbeitspaketen C1 und C2 gelegt. Darauf aufbauend sollen im Arbeitspaket C3 exemplarisch erste dynamisch maßschneiderbare Komponenten und entsprechende Unterstützungswerkzeuge entwickelt werden.

Arbeitspaket C1: Untersuchung von Anforderungsszenarien

Mit diesem Arbeitpaket sollen die Anforderungen an eine dynamische Anpassbarkeit von Laufzeitplattformen für eingebettete Gebäudeautomationssysteme bestimmt werden. Beispiele betreffen die Veränderung von Ressourcenverteilungen, den Wechsel von Ressourcenvergabestrategien und die Unterstützung neuer Sensor- und Aktuatorinstanzen. In Zusammenarbeit mit den Teilprojekten D1 und D2 sind unterschiedliche Anpassungsszenarien zu untersuchen und bezüglich ihrer Anforderungen an eine Systemunterstützung zu klassifizieren. Charakteristika in diesem Zusammenhang sind beispielsweise die Zeitpunkte, zu denen die Anpassungen vorgenommen werden können bzw. müssen, der für eine Anpassung tolerierbare Zeit- und Speicherplatzbedarf, und die Frage, welche Systemkomponenten von den Anpassungen betroffen sind. Für die ermittelten Klassen dynamischer Anpassungen sind daraufhin die implementierungstechnischen Voraussetzungen zu untersuchen, z. B. Vorkehrungen für Indirektionen beim Aufruf von Komponenten oder die Bereitstellung von Infrastrukturdiensten wie Namensdiensten und dynamischen Ladern. Hauptaugenmerk soll hierbei auf Anpassungen liegen, die lediglich die Modifikation oder den Austausch einzelner Komponenten erfordern. Bekannte Ansätze zur Unterstützung dynamischer Komponentenumgebungen wie beispielsweise Jini sind zu beachten, bedürfen aber grundsätzlicher Anpassungen, um mit den strikten Speicherplatz- und Zeitanforderungen eingebetteter Systeme verträglich zu sein.
Personalbedarf: 12 PM

Arbeitspaket C2: Erweiterung der Generik-Konzepte

Ausgehend von den in Arbeitspaket C1 erfassten Anforderungen befasst sich dieses Arbeitspaket mit Fragestellungen, wie die in den vergangenen Förderungsperioden erarbeiteten Generik-Konzepte weiterzuentwickeln sind, um auch dynamische Anpassungen abzudecken. Die notwendigen Erweiterungen betreffen hierbei die Menge generischer Parameter ebenso wie deren Beschreibungsformen, erforderliche Imple-

mentierungstechniken und Generatoren. Für die in Arbeitspaket C1 identifizierten Typen von Anpassungen müssen neue Typen generischer Parameter eingeführt werden, für die auch geeignete Beschreibungskonzepte zu entwickeln sind. Als Ausgangsbasis bieten sich XML-basierte, separat zu den Komponenten vorgehaltene Beschreibungen an, da im Gegensatz zum statischen Maßschneiderungsfall Parametrisierungsinformationen nicht mehr im Quelltext verankert werden können. Für die neuartigen Parametertypen sind desweiteren geeignete Implementierungstechniken zu finden. Beispielsweise müssen für Indirektionen bei komponentenübergreifenden Aufrufen möglichst effiziente Implementierungen gefunden werden, um den Laufzeit-overhead für dynamisch austauschbare Komponenten gering zu halten. Schließlich sollen Methoden erforscht werden, welche analog zum statischen Maßschneiderungsfall die Belegung generischer Parameter in Abhängigkeit von konkreten Anforderungen unterstützen.
Personalbedarf: 12 PM

Arbeitspaket C3: Prototypische Realisierung

Die in den Arbeitspaketen C1 und C2 erarbeiteten Konzepte sollen in diesem Arbeitspaket prototypisch umgesetzt werden. Ziel ist die Entwicklung sowohl einzelner dynamisch anpassbarer Komponenten, als auch der nötigen Laufzeitplattforminfrastruktur und geeigneter Werkzeuge zur Unterstützung dynamischer Anpassungen. Die Rahmenarchitektur für die Komponenten stellt die RTK-Plattform zur Verfügung, die zu diesem Zweck um die erforderlichen Infrastrukturdienste wie Laufzeitkonfigurationsmanagement und dynamischer Lader zu erweitern ist. Für diese Architektur sind daraufhin exemplarisch dynamisch anpassbare Komponenten zu entwickeln. Beispiele betreffen Threadmanagement-Komponenten, die zur Laufzeit die Veränderung bzw. den Austausch der Schedulingstrategie erlauben, Speicherverwaltungskomponenten, die eine Veränderung der Zuteilungsstrategie ermöglichen, oder Kommunikationskomponenten, die zur Unterstützung dedizierter Kommunikationsmedien ausgetauscht werden können. Zur Initiierung und Durchführung derartiger Anpassungen sind geeignete Werkzeuge zur Verfügung zu stellen. Anhand von Fallstudien, in denen auf Basis der entwickelten Komponenten Laufzeitplattformen für Kontrollsystemanwendungen zur Verfügung gestellt werden, sollen die Praktikabilität des verfolgten Ansatzes gezeigt und erste Erfahrungen bezüglich der erzielbaren Laufzeiteffizienz gewonnen werden.
Personalbedarf: 12 PM

3.5.3 Zeitplan

Personal	2001 1. H.J.	2001 2. H.J.	2002 1. H.J.	2002 2. H.J.	2003 1. H.J.	2003 2. H.J.
Grundausstattung						
V. Tamara	C1		C2		C3	
Ergänzungsausstattung						
L. Baum	A1		A2			
				A3		
M. Becker	B1					
		B2	B3		B4	
Stud. Hilfskräfte:						
N.N.*	B1 / A2					
N.N.	C1		C2		C3	

* Mitarbeit bei der Werkzeugentwicklung in den Arbeitspaketen B1 und A2 je nach Bedarf.

3.6 Stellung innerhalb des Programms des Sonderforschungsbereichs

Das Teilprojekt B5 bildet zusammen mit A3, B4 und B10 diejenige Gruppe von Teilprojekten, die an generischen Produktmodellen arbeiten. Deshalb gibt es unter diesen Teilprojekten einen ständigen Erfahrungsaustausch, insbesondere im Bereich der Produkt-Modellierungstechniken. Da die Teilprojekte B4 und B5 kommunikations- und betriebssystemspezifische Teile generischer Laufzeitplattformen für Anwendungssysteme entwickeln, ist hier eine besonders intensive Kooperation zur Integration von Produkten und zur Vereinheitlichung der Plattform-Schnittstellen erforderlich. Gemeinsam mit dem Teilprojekt C1 wird an der Formalisierung der eingesetzten Beschreibungstechniken gearbeitet, was beispielsweise Design Spaces und VA-APIs betrifft. Für die Modellierung von Entwicklungsprozessen und den Rückgriff auf bereits entwickelte Prozessunterstützungswerkzeuge wird Hilfestellung von den Teilprojekten A2 und B1 erwartet.

3.7 Ergänzungsausstattung für das Teilprojekt

	Bewilligung 2000		2001			2002			2003		
	Verg.-Gr.	Anz.	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM	Verg.-Gr.	Anz.	Betrag in DM
PK	BAT IIa	1	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800	BAT IIa	2	208.800
			StdHkr.	2	40.800	StdHkr.	2	40.800	StdHkr.	2	40.800
	zus.:	1	zus.:	4	249.600	zus.:	4	249.600	zus.:	4	249.600
SV			Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM	Kostenkategorie oder Kennziffer		Betrag in DM
			(515)		-	(515)		-	(515)		-
			(522)		3.000	(522)		3.000	(522)		3.000
			zusammen		3.000	zusammen		3.000	zusammen		3.000
I			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.			Mittel für Investitionen insges.		
			-			-			-		

es bedeuten: PK: Personalbedarf und -kosten (Begründung vgl. 3.7.1)
SV: Sächliche Verwaltungsausgaben (Begründung vgl. 3.7.2)
I: Investitionen (Geräte über DM 20.000; Begründung vgl. 3.7.3)

3.7.1 Begründung des Personalbedarfs

	Name, akad. Grad, Dienststellung	engeres Fach des Mitarbeiters	Bezeichnung des Institutes oder der Hochschule	Anteil der aufgew. Gesamt-arbeitszeit (bera-tend: B)	im SFB tätig seit	derzeitige Einstufung und beantragte Ver-gütungs-gruppe
Grundausstattung 3.7.1.1 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Nehmer, J.; Prof. Dr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	5	1.1.95	
	(2) Schröder-Preikschat, W., Prof. Dr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni Magdeburg	B	1.1.98	
	(3) Tamara, V., M. Sc.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	20	1.10.99	
Ergänzungsausstattung 3.7.1.3 wiss. Mitarbeiter (einschl. StdHkr.)	(1) Baum, L., Dipl-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	40	1.1.96	IIa
	(2) Becker, M., Dipl.-Inform.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	40	1.1.98	IIa
	(3) N.N., StdHkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	20	1.1.01	
	(4) N.N., StdHkr.	Prakt. Inf.	FB Inf., Uni KL	20	1.1.01	
3.7.1.4 nichtwissenschaftl. Mitarbeiter						

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Grundausstattung

- Pos 1: Projektleitung und wissenschaftliche Betreuung
- Pos 2: Wissenschaftliche Beratung
- Pos 3: Arbeitsschwerpunkt C

Aufgabenbeschreibung für Mitarbeiter der Ergänzungsausstattung

- Pos 4: Arbeitsschwerpunkt A
- Pos 5: Arbeitsschwerpunkt B
- Pos 6: Implementierungsarbeiten in Arbeitsschwerpunkten A und B
- Pos 7: Implementierungsarbeiten im Arbeitsschwerpunkt C

3.7.2 Aufgliederung und Begründung der sächlichen Verwaltungsausgaben

	2001	2002	2003
Für sächliche Verwaltungsausgaben stehen als **Grundausstattung** voraussichtlich zur Verfügung	Mittel für sächliche Verwaltungsausgaben in der Grundausstattung werden zentral vom Fachbereich Informatik verwaltet und können deshalb nicht in Arbeitsgruppen aufgeschlüsselt werden.		
Für sächliche Verwaltungsausgaben werden als **Ergänzungsausstattung** beantragt (entspricht den Summen “sächliche Verwaltungsausgaben“ in Übersicht 3.7)	3.000	3.000	3.000

Begründung zur Ergänzungsausstattung der Sächlichen Verwaltungsausgaben

Die sächlichen Verwaltungskosten in der Ergänzungsausstattung werden zur Finanzierung von Literaturrecherchen, kleineren Geräteerweiterungen und elektronischem Kleinmaterial benötigt.

3.7.3 Investitionen (Geräte über 20.000 brutto)

Bezeichnung des Gerätes (ggf. mit Typenbezeichnung)	Einzelpreis 2001	Einzelpreis 2002	Einzelpreis 2003
	-	-	-
Summe	-	-	-

3.1 Allgemeine Angaben zum Teilprojekt B10

3.1.1 Thema

Anwendungsentwicklung mit vorkonfektionierten Systemen

3.1.2 Fachgebiet und Arbeitsrichtung

Informatik, AG Systemsoftware

3.1.3 Leiter

Prof. Dr. Jürgen Nehmer
geb. 13.2.1942
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631/205-4020
Fax: 0631/205-3558
nehmer@informatik.uni-kl.de

Die Stelle des Leiters ist befristet (x) nein ( ) ja, bis zum

3.1.4 -entfällt-

3.1.5 In dem Teilprojekt sind vorgesehen

Untersuchungen am Menschen	( ) ja	(x) nein
klinische Studien im Bereich der somatischen Zell- oder Gentherapie	( ) ja	(x) nein
Tierversuche	( ) ja	(x) nein
gentechnologische Untersuchungen	( ) ja	(x) nein

3.1.6 Bisherige und beantragte Förderung des Teilprojektes

Haushaltsjahr	Personalkosten bzw. BAT-Stellen	Sächliche Verwaltungsausgaben	Investitionen	Gesamt
1998	100,8	1,5	0	102,3
1999	103,2	1,5	0	104,7
2000	104,4	1,5	0	105,9
Zwischensumme	308,4	4,5	0	312,9
2001	249,6	3,0	0	252,6
2002	249,6	3,0	0	252,6
2003	249,6	3,o	0	252,6

(jeweils Ergänzungsausstattung, Beträge in DM 1000.-)

3.2 Zusammenfassung

Das Teilprojekt B10 hat sich die Aufgabe gestellt, die Entwicklung von Anwendungssoftware durch eine weitreichende Wiederverwendung domänenspezifischer Softwareartefakte zu unterstützen. Die in der ersten Förderungsperiode (1998-2000) gesammelten Erfahrungen zeigen, dass in Anwendungsfeldern mit potenziell großem Lösungsraum entsprechende Konzepte schon in frühe Phasen der Softwareentwicklung integriert werden müssen, um systematische Wiederverwendung zu unterstützen. Im Teilprojekt B10 wird dazu der Ansatz verfolgt, geeignete Softwarearchitekturen als Träger für wiederverwendbares Domänenwissen sowie als Rahmen für alle Wiederverwendungsaktivitäten einzusetzen. Die Kombination einer solchen Architektur mit dazu kompatiblen wiederverwendbaren Produkten und einem speziell angepassten Entwicklungsprozess stellt ein vorkonfektioniertes System dar, das im Laufe der Anwendungsentwicklung ergänzt und auf die spezifische Aufgabenstellung zugeschnitten wird.

Im Gegensatz zu anderen produktorientierten Teilprojekten im SFB 501, die sich auf die Entwicklung von Laufzeitplattformen sowie auf die dabei auftretenden Interdependenzen mit der Anwendungsentwicklung konzentrieren (B4, B5), zielen die in B10 erarbeiteten Ansätze auf die Unterstützung der gesamten Anwendungsentwicklung ab. Dazu wird ein generischer, domänenunabhängiger Technologierahmen entwickelt, der die grundlegende Vorgehensweise sowie Techniken zur Anwendungsentwicklung mit vorkonfektionierten Systemen beschreibt.

Ein einzelnes vorkonfektioniertes System stellt eine Instanz dieses Rahmens für ein spezifisches Anwendungsfeld dar. Als exemplarisches Anwendungsfeld wird hierfür in B10 die Domäne Gebäudeautomation betrachtet.

Im Rahmen des Teilprojektes werden folgende wissenschaftliche Aufgaben bearbeitet:

- Bereitstellung eines Technologierahmens für wiederverwendungsorientierte, architekturbasierte Softwareentwicklung
- Erarbeitung eines Prozessmodells für architekturzentrierte Softwareentwicklung, das auf systematische Wiederverwendung unterschiedlicher Arten von Produkten ausgelegt ist (z.B. Modellfragmente und Softwarekomponenten)
- Entwicklung von Mess- und Analysemethoden zur Überwachung der Anwendungsentwicklung unter Ausnutzung wiederverwendbaren Wissens
- Unterstützung der Entwicklung vorkonfektionierter Systeme für noch nicht erschlossene Domänen, sowie der Wartung und Weiterentwicklung existierender vorkonfektionierter Systeme

3.3 Stand der Forschung

In diesem Abschnitt werden Arbeiten vorgestellt, die einen maßgeblichen Einfluss auf das Arbeitsprogramm des Teilprojektes in der nächsten Förderungsperiode haben.

Das Konzept vorkonfektionierter Systeme bietet die Möglichkeit zur Realisierung einer Software-Produktlinie, wie sie beispielsweise in [2] beschrieben wird. Ein solcher Ansatz für die Entwicklung von Produktlinien wird mit PuLSE [1] ebenfalls am Fraunhofer Institut für experimentelles Software Engineering untersucht, mit dem diesbezüglich ein reger Gedankenaustausch erfolgt.

Der in B10 verwendete sichtenbasierte Ansatz zur Architekturbeschreibung ähnelt dem in [4] beschriebenen Architekturkonzept sowie dem von Kruchten vorgestellten „ 4+1 view model of architecture“ [5]. Zur Repräsentation der einzelnen Sichten können unterschiedliche Beschreibungstechniken verwendet werden, darunter verschiedene UML-Diagrammtypen [6] sowie Architekturbeschreibungssprachen wie Darwin [7].

Architekturanalyse anhand der SAAM-Methode [3] nimmt eine zentrale Rolle bei der Unterstützung von Anwendungsentwicklung mit vorkonfektionierten Systemen ein. Diese szenariobasierte Analysemethode wird hier beispielsweise zur frühzeitigen Evaluierung architektureller Entscheidungen eingesetzt.

[1] J. Bayer, O. Flege, P. Knauber, R. Laqua, D. Muthig, K. Schmid, T. Widen, J.-M. DeBaud: *PuLSE: A Methodology to Develop Software Product Lines*; Fifth Symposium on Software Reusability 1999, ACM Press 1999

[2] D. Weiss: *Software Product-Line Engineering: A Family-Based Software Development Process*; Addison Wesley, 1999

[3] R. Kazman, G. Abowd, L. Bass, P. Clements: *Scenario-Based Analysis of Software Architecture*; IEEE Software, November 1996

[4] L. Bass, P. Clements, R. Kazman: *Software Architecture in Practice*; Addison-Wesley, 1998

[5] P. Kruchten: *The 4 + 1 View Model of Architecture*; IEEE Software, 12(6), pp. 42-50, November 1995

[6] J. Rumbaugh, I. Jacobsen, G. Booch: *The Unified Modeling Language Reference Manual*; Addison-Wesley Object Technology Series, 1999

[7] Jeff Magee, Naranker Dulay, Susan Eisenbach, Jeff Kramer: *Specifying Distributed Software Architectures*; Proc. of the 5th European Software Engineering Conference (ESEC '95), Sitges, September 1995, Springer LNCS 989, pp. 137-153, 1995

3.4 Eigene Vorarbeiten

Die geplanten Arbeiten bauen direkt auf den Erkenntnissen der vorangegangenen Förderungsperiode bezüglich der Prinzipien zur Gestaltung und Strukturierung vorkonfektionierter Systeme auf. Diese Aspekte wurden in mehreren Fallstudien in den Anwendungsfeldern Gebäudeautomation [15][16] und Multimedia-Server [14] untersucht.

Vorkonfektionierte Systeme zeichnen sich im Wesentlichen durch zwei Merkmale aus, zum einen durch die zentrale Rolle von Architektur insbesondere zur Unterstützung von Wiederverwendung [9][10], zum anderen durch die mit jedem vorkonfektionierten System verknüpfte spezifische Vorgehensweise, die aus einer abstrakten Sicht in [8] beschrieben wurde.

Die Arbeiten der beantragten Förderungsperiode gründen auf verschiedene in der letzten Periode entwickelte Techniken. Eine zentrale Bedeutung kommt beispielsweise dem Design Space-Konzept zu [11]. Für Validierungszwecke und zur Umsetzung architekturellen Wissens wird die erweiterte SAAM-Methode [12] verwendet. Als Grundlage für die Durchführung von Domänenanalysen und die Beschreibung von Domänenmodellen dienen die Ergebnisse des Querschnittsprojekts Q3 [13].

Konferenzen und Workshops

[8] L. Baum, M. Becker, L. Geyer, G. Molter: *A Process View on Architecture-Based Software Development*; 1st Working IFIP Conference on Software Architecture (WICSA-1), San Antonio, Texas, USA, 22.-24. Feb. 1999

[9] L. Baum, M. Becker, L. Geyer, G. Molter: *The Role of Architecture for Complex Systems Development*; 11th. Int'l Conf. on Software Engineering and its Applications 1998, Paris, France, 8.-10. Dec. 1998

[10] L. Baum, M. Becker, L. Geyer, G. Molter: *Using Software architecture as a Catalyst for Reuse*; European Reuse Workshop 1998, Madrid, Spain, 4.-6. Nov. 1998

[11] L. Baum, L. Geyer, G. Molter, S. Rothkugel, P. Sturm: *Architecture-Centric Software Development Based on Extended Design Spaces*; ARES Second Int'l Workshop on Development and Evolution of Software Architectures for Product Families, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, Feb. 1998

[12] G. Molter: *Integrating SAAM in Domain-Centric and Reuse-based Development Processes*; 2nd Nordic Workshop on Software Architecture (NOSA), Ronneby, Sweden, 12. - 13. August 1999

Technische Berichte

[13] L. Geyer, M. Kronenburg, R. Merz, B. Schürmann: *Domain Modeling in the SFB 501*, SFB 501 Report 07/00, Dept. of Computer Science, University of Kaiserslautern, 2000

Diplomarbeiten

[14] F. Hüther: *Ein vorkonfektioniertes System für echtzeitfähige Multimedia-Server*; 1998

[15] S. Bötzel: *Eine Design Space-Klassifikation und Realisierung eines marktbasierten vorkonfektionierten Systems zur Gebäudeautomation*; 1998

[16] S. Albus: *Eine Design Space-Klassifikation und Realisierung eines eventgesteuerten vorkonfektionierten Systems zur Gebäudeautomation*; 1998

3.5 Ziele, Methoden, Arbeitsprogramm und Zeitplan

3.5.1 Ziele und Methoden

Das Kernziel der Arbeiten in der neuen Förderungsperiode ist die Bereitstellung eines durchgängigen Technologierahmens für architekturbasierte, wiederverwendungsorientierte Softwareentwicklung. Der Ansatz ist insbesondere darauf ausgerichtet, Produkt-Wiederverwendung systematisch durch Nutzung ebenfalls wiederverwendbarer Architekturen zu unterstützen. Die Ergebnisse der vergangenen Förderungsperiode (1998-2000) – insbesondere das erarbeitete Strukturierungskonzept für vorkonfektionierte Systeme, das sichtenbasierte Beschreibungskonzept für Architekturen, sowie die bereits realisierten Techniken und Werkzeuge – dienen dabei als Grundlage für die geplanten Forschungsarbeiten.

Die Aktivitäten in der beantragten Förderungsperiode gliedern sich in drei Schwerpunkte. Zunächst soll ein Gesamtkonzept zur Anwendungsentwicklung mit vorkonfektionierten Systemen erarbeitet werden, das die bisher erzielten Ergebnisse integriert und einen Rahmen für ihre Weiterentwicklung bildet. Während die bisherigen Untersuchungen beispielhaft auf das Anwendungsfeld Gebäudeautomation abzielten, soll in einem weiteren Arbeitsschwerpunkt die Technologie für die systematische Erschließung weiterer Anwendungsfelder bereitgestellt werden. Desweiteren sollen architekturbasierte Mess- und Analysemethoden für Planung und Kontrolle der Entwicklung neuer vorkonfektionierter Systeme und ihrer Verwendung bei der Realisierung konkreter Anwendungen erforscht werden. Im Überblick ergibt sich damit die in Abbildung 1 dargestellte Untergliederung des Arbeitsprogramms:

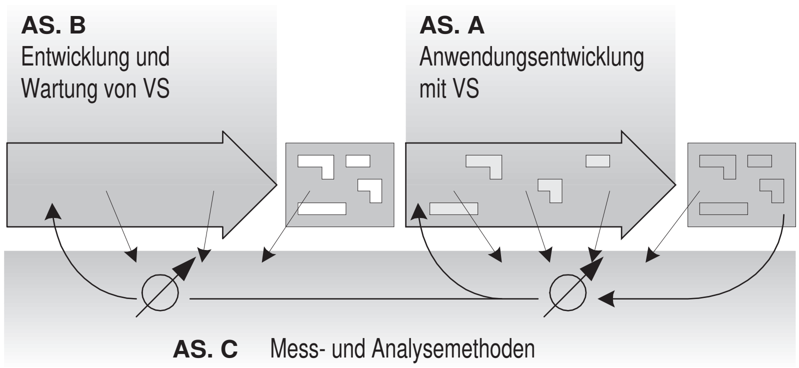


Abbildung 1: Übersichtsdarstellung der Arbeitsschwerpunkte

In Arbeitsschwerpunkt A soll eine durchgängige Entwicklungsumgebung für die architekturbasierte, wiederverwendungsorientierte Anwendungsentwicklung auf Basis vorkonfektionierter Systeme bereitgestellt werden. Die Grundlage dafür stellen die in der vergangenen Förderungsperiode untersuchten und für Teilbereiche des Anwendungsfeldes Gebäudeautomation instanziierten Ansätze und Modelle dar. Sie sollen zu einem umfassenden Produkt- und Prozessmodell weiterentwickelt werden, das als Rahmen für die systematische Anwendung vorkonfektionierter Systeme in einer Anwendungsdomäne verwendet werden kann. Für die verschiedenen Aktivitäten im Entwicklungsprozess ist eine weitreichende Werkzeugunterstützung vorgesehen.

In Arbeitsschwerpunkt B sollen anwendungsfeldübergreifende Verfahren zur Entwicklung und Wartung vorkonfektionierter Systeme erarbeitet werden. Die Entwicklung solcher Systeme erfordert die Umsetzung der Ergebnisse einer Domänenanalyse in eine Architektur, wobei besonderes Augenmerk auf die Vorgehensweise zur Modellierung der Flexibilität in der Domäne gelegt werden muss. Desweiteren ist eine Domäne nach der Analyse typischerweise Veränderungen unterworfen; infolgedessen muss die Architektur des vorkonfektionierten Systems angepasst werden. Diese Änderungsanforderungen werden in der Regel bei Instanziierungen des vorkonfektionierten Systems entdeckt; als Reaktion muss ein Wartungsprozess gestartet werden, in dem die entsprechenden Veränderungen vorgenommen werden.

Arbeitsschwerpunkt C umfasst die Entwicklung von Mess- und Analysetechniken für den Einsatz sowohl bei der Anwendungsentwicklung mit vorkonfektionierten Syste-

ERROR: stackunderflow
OFFENDING COMMAND: setcolor

STACK:

0