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

Dr. Peter Sturm
geb. 22.12.1961
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631/205-3288
Fax: 0631/205-3558
sturm@informatik.uni-kl.de

Die Stelle des Leiters ist befristet ( ) 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
1995	224,8	5	50	279,8
1996	224,8	5	0	229,8
1997	224,8	5	0	229,8
Zwischensumme	674,4	15	50	739,4
1998	237,6	3	0	240,6
1999	237,6	3	0	240,6
2000	237,6	3	0	240,6
Zwischensumme	712,8	9	0	721,8
2001				
2002				
2003				

(jeweils Ergänzungsausstattung, Beträge in DM 1000.-)

3.2 Zusammenfassung

Betriebssysteme mit ihren universell einsetzbaren Mechanismen und Standarddiensten stellen eine unverzichtbare Basis für die Ausführung großer, komplexer Anwendungen dar. Die Benutzung des über Laufzeitbibliotheken zugänglichen Dienstleistungsangebots heutiger Betriebssysteme wird insbesondere bei der Realisierung verteilter Anwendungen immer schwieriger und undurchschaubarer. Die Auswahl der für eine Anwendung geeigneten Mechanismen und Dienste eines Betriebssystems und ihre Verwendung überfordern zunehmend die Entwickler von Anwendungssystemen.

Das Teilprojekt hat sich die Aufgabe gestellt, diesen Mißstand durch eine weitgehende Unterstützung des Anwenders bei der Auswahl, Konfigurierung und Benutzung von Betriebssystemmechanismen und -diensten zu beseitigen. Die automatische Generierung maßgeschneiderter Betriebssystemkomponenten und Laufzeitplattformen wird als Grenzfall angestrebt. Hierzu bedarf es angepaßter Methoden und generischer Implementierungen, die eine rechnerunterstützte anwendungsgerechte Komposition maßgeschneiderter Laufzeitplattformen ermöglichen. Das langfristige Ziel des Teilprojekts soll durch vier sich ergänzende Forschungsschwerpunkte erreicht werden:

a) Entwicklung generischer Betriebssystemschnittstellen, die flexibel an vorgegebene Anwendungsanforderungen anpaßbar sind;

b) Erfassung und Beschreibung von funktionalen und nicht-funktionalen Eigenschaften der von Betriebssystemen angebotenen Dienstleistungen in erweiterten Schnittstellenbeschreibungen;

c) Untersuchung, Realisierung und Erprobung von Generatortechniken für maßgeschneiderte Betriebssysteme;

d) Integration generisch ausgelegter Betriebssysteme mit den sie beschreibenden Dokumenten und entwickelten Generatoren in einen methodisch unterstützten Softwareentwurfsprozeß.

In der ersten Förderungsperiode wurden insbesondere die technischen und methodischen Grundlagen zu a) und b) geschaffen. Unter Anwendung und Erweiterung der erarbeiteten Techniken und Methoden sollen in der zweiten Förderungsperiode Kompositionsverfahren für maßgeschneiderte Laufzeitplattformen entwickelt und erprobt werden. Sie bilden die Voraussetzung und Grundlage für die Realisierung erster teilautomatischer Generatoren für maßgeschneiderte Betriebssysteme.

3.3 Stand der Forschung

-entfällt-
<sofern keine über den Ergebnisbericht hinausgehenden Forschungsergebnisse zu berücksichtigen sind>

3.4 Eigene Vorarbeiten

-entfällt bei Fortsetzungsantrag-

3.5 Ziele, Methoden, Arbeitsprogramm und Zeitplan

3.5.1 Ziele und Methoden

Die Kernziele des Teilprojekts in der zweiten Förderungsperiode sind die Entwicklung, Erprobung und Bewertung von Kompositionsverfahren für maßgeschneiderte Laufzeitplattformen. Der Kompositionsvorgang umfaßt die Auswahl, Konfigurierung und Verknüpfung generischer Betriebssystemkomponenten. Unter generischen Komponenten werden hierbei Softwarebausteine verstanden, deren funktionale Schnittstellen und nichtfunktionale Eigenschaften während der Anwendungsentwicklung in begrenztem Umfang angepaßt werden können, ohne manuelle Veränderungen am Komponentenkode vornehmen zu müssen. Eine generische Komponente läßt sich als Menge von Varianten eines Dienstes realisieren. Die Varianten können hierbei selbst aus generischen Komponenten bestehen oder Elementarbausteine darstellen, die keine generischen Eigenschaften besitzen. Funktionale und nichtfunktionale Eigenschaften der einzelnen Varianten werden in erweiterten Schnittstellenbeschreibungen (VA-APIs, value added application programming interfaces) dokumentiert. Die Beschreibung der funktionalen Eigenschaften basiert auf der CORBA-IDL. Als nichtfunktionale Aspekte werden derzeit die Bearbeitungsdauer von Funktionen sowie der

Speicherplatzbedarf von Komponenten betrachtet. Zeit- wie auch Speicherplatzbedarf können einerseits durch Funktionen bzw. Intervallabschätzungen angegeben werden. Andererseits können empirisch ermittelte statistische Mittelwerte und Varianzen eingesetzt werden. Darüber hinaus enthalten VA-APIs generischer Komponenten sogenannte generische Parameter, durch deren Belegung die Auswahl einer speziellen Variante und damit die Instanziierung einer generischen Komponente mit konkreten Eigenschaften erfolgt. Eine Maßschneiderung der resultierenden Laufzeitplattform wird mit der Steuerung der Kompositionsschritte durch Anwendungsanforderungen erreicht. Einen ersten Ansatzpunkt zur Ermittlung derartiger Anforderungen bilden Anwendungsentwürfe in SDL. Da der Komponentenbaukasten keine Abstraktionen aus dem Anwendungsgebiet enthält, bleibt ein Restaufwand zur Anpassung der Anwendung an die erzeugte Laufzeitplattform bestehen (vgl. Abb. 1).

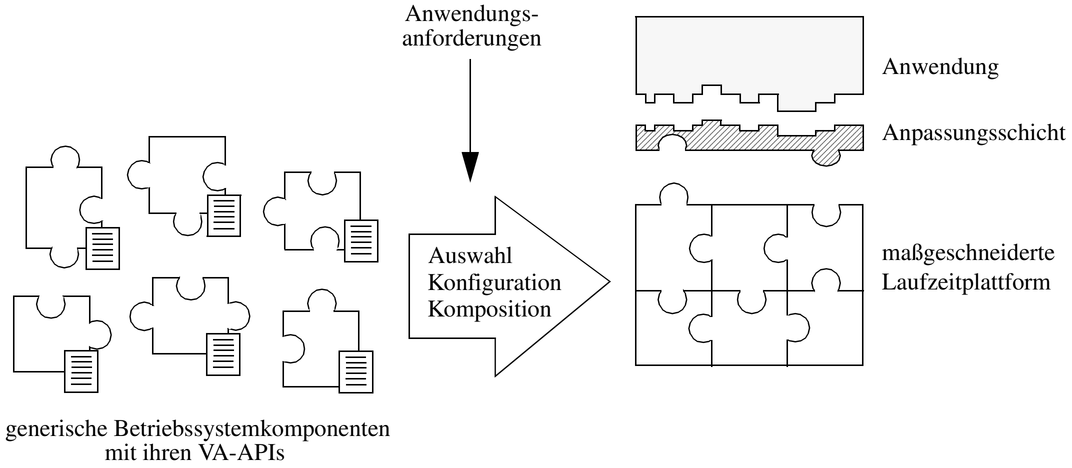

Abbildung 1: Komposition generischer Komponenten nach Anwendungsanforderungen

Relevante Forschungsaspekte betreffen einerseits die Realisierbarkeit und Kombinierbarkeit generischer Komponenten und andererseits Verfahren und Werkzeuge zur Komposition maßgeschneiderter Laufzeitplattformen. Diese Aspekte sollen in zwei sich gegenseitig ergänzenden Arbeitsschwerpunkten behandelt werden.

In einem ersten Arbeitsschwerpunkt sollen Basistechnologien des kompositionalen Ansatzes für generische Systemsoftware entwickelt werden. Hierzu soll ein Baukasten feingranularer, generischer Systemsoftwarekomponenten realisiert werden. Ausgehend von Elementarbausteinen sollen Verfahren zu ihrer Komposition in höherwertige generischen Komponenten erarbeitet werden. Die Grundlage für die Komposition bilden die Beschreibungen der Komponenten in Form von VA-APIs. Die Erfassung von Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zwischen den Komponenten dient der Unterstützung und Beeinflussung des Kompositionsvorganges.

In einem zweiten Arbeitsschwerpunkt sollen Verfahren zur anwendungsgesteuerten Komposition einer maßgeschneiderten Laufzeitplattform entwickelt werden. Ziel ist die Bereitstellung von Werkzeugen, die den Kompositionsvorgang ausgehend von

Anwendungsanforderungen teilautomatisieren. Arbeitsgrundlage der Werkzeuge sollen Heuristiken bilden, die Anwendungsanforderungen mit den Eigenschaften zur Verfügung stehender generischer Komponenten abgleichen. Hierbei sollen vornehmlich Komponenten eines existierenden Betriebssystems zum Einsatz kommen. Durch die Modellierung der Komponenten mit VA-APIs sowie durch die semi-formale Erfassung der Anwendungsanforderungen soll eine teilautomatische Umsetzung der Heuristiken ermöglicht werden.

3.5.2 Arbeitsprogramm

Arbeitsschwerpunkt A: Basistechnologien für generische Systemsoftware

In diesem Arbeitsschwerpunkt sollen Basistechnologien zur Komposition maßgeschneiderter Laufzeitplattformen entwickelt werden. Zunächst sollen die methodischen Grundlagen zur Realisierung und Variantenbildung von Elementarbausteinen geschaffen werden. Darauf aufbauend sollen Kompositionsverfahren zur hierarchischen Konstruktion generischer Systemsoftwarekomponenten erforscht werden. Die Zielgruppe der in diesem Arbeitsschwerpunkt entwickelten Techniken und Unterstützungswerkzeuge sind Betriebssystemexperten.

Arbeitspaket A1: Realisierung und Variantenbildung von Elementarbausteinen

Innerhalb dieses Arbeitspaketes sollen feingranulare Elementarbausteine für ausgewählte Betriebssystemdienste realisiert werden. Die Bausteine sollen schritthaltend mit ihrer Entwicklung durch VA-APIs beschrieben werden. Hierfür sind ggf. entsprechende Unterstützungswerkzeuge zu entwickeln. Da die Komposition komplexer Dienstkomponenten auf der Grundlage von Elementarbausteinen erfolgt, müssen zur Erfüllung unterschiedlicher Anwendungsanforderungen spezialisierte Varianten implementiert werden. Die Spezialisierung soll in Hinblick auf Ressourcennutzung sowie auf Quality-of-Service-Aspekte wie Reaktionszeiten und Zuverlässigkeit erfolgen. Geeignete Meßverfahren zur Bestimmung dieser für die Komposition relevanten nichtfunktionalen Eigenschaften sind auszuarbeiten. Beispielsweise können hierzu Blackbox-Messungen durchgeführt werden. Alternativ soll die in der ersten Förderungsperiode bereits begonnene Instrumentierung der Elementarbausteine zur Messung von Laufzeitinformation weitergeführt werden. Die resultierenden Meßwerte dienen der Quantifizierung beispielsweise von Speicher- und Laufzeiteffizienz. Zur Verringerung des Anfangsaufwandes bei der Realisierung von Elementarbausteinen soll auf einen existierenden Mikrokern wie beispielsweise L4 aufgesetzt werden.
Personalbedarf: 16 PM

Arbeitspaket A2: Kompositionsverfahren für generische Systemsoftwarekomponenten

Ausgehend von den in Arbeitspaket A1 entwickelten Elementarbausteinen wird in diesem Arbeitspaket mit der Entwicklung generischer Komponenten für ausgewählte höhere Betriebssystemdienste begonnen. Den Kern der Forschungsarbeiten bildet hierbei die Untersuchung, welche Auswirkungen der Kompositionsvorgang auf die

funktionalen und nichtfunktionalen Eigenschaften der resultierenden Komponenten hat. Ziel ist die Beschreibung dieser Auswirkungen in maschinell verwertbarer Form. Zum Zeitpunkt der Entwicklung einer generischen Komponente müssen zunächst die Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zwischen den Bestandteilen der Komponente beschrieben werden. Dies erfolgt manuell durch den Komponentenentwickler mit den in A1 bereitgestellten Unterstützungswerkzeugen. Die Beschreibungsmächtigkeit der VA-APIs ist hierfür zu erweitern. Es sind Regeln zur Komposition zu entwickeln, die unter Berücksichtigung der beschriebenen Abhängigkeiten und Wechselwirkungen Aussagen über die Eigenschaften einer zusammengesetzten Komponente ermöglichen. Dies betrifft zum einen den Entwicklungszeitpunkt der generischen Komponente: die Kompositionsregeln sind hier zur teilautomatischen Generierung des VA-APIs aus den VA-APIs der Komponentenbestandteile zu nutzen. Zum anderen können zum Verwendungszeitpunkt, d.h. beim Einsatz der generischen Komponente, die konkreten resultierenden Eigenschaften teilautomatisiert bestimmt werden. Auf diese Weise soll ein rechnerunterstützter, iterativer Kompositionsprozeß ermöglicht werden, in welchem Anwendungsanforderungen sukzessive zur Bestimmung der Eigenschaften generischer Komponenten und somit zu deren Instanziierung mit bestimmten Implementierungsvarianten herangezogen werden.
Personalbedarf: 32 PM

Arbeitsschwerpunkt B: Anwendungsgesteuerte Komposition maßgeschneiderter Systemsoftware

Im Mittelpunkt des Arbeitsschwerpunktes B stehen Kompositionsverfahren für Laufzeitplattformen, die nach Anwendungsvorgaben maßgeschneidert werden. Ausgangspunkt bilden grobgranulare Komponenten eines existierenden Betriebssystems, deren Eigenschaften in einem ersten Arbeitspaket mit VA-APIs zu modellieren sind. Auf Basis dieser Komponenten und ihrer VA-API-Beschreibungen sind in einem zweiten Arbeitspaket Unterstützungswerkzeuge zu entwickeln, die über Betriebssystemkenntnisse verfügende Anwendungsentwickler bei der Komposition einer maßgeschneiderten Laufzeitplattform unterstützen.

Arbeitspaket B1: Modellierung der Funktionalitäten eines existierenden Betriebssystems durch VA-APIs

Eine Voraussetzung für die gezielte teilautomatisierte Auswahl und Konfiguration von Komponenten ist eine umfassende Beschreibung ihrer Eigenschaften und Abhängigkeiten. Aufgabe dieses Arbeitspakets ist daher die Vervollständigung ausgewählter Komponenten eines existierenden Realzeitbetriebssystems –Ausgangspunkt ist QNX– mit erweiterten Schnittstellenbeschreibungen in Form von VA-APIs. Funktionale und insbesondere nichtfunktionale Komponenteneigenschaften wie Rechenzeit- und Speicherplatzbedarf sind zu ermitteln und zu dokumentieren. Einen weiteren Untersuchungsgegenstand bilden die für den späteren Kompositionsvorgang relevanten funktionalen und nichtfunktionalen Abhängigkeiten der Komponenten untereinander. Die in Teilprojekt B4 entwickelten Kommunikationsdienste sollen hierbei berücksichtigt und in diesen Ansatz integriert werden. Der Einsatz der VA-API-Tech-

nik dient zudem als Experiment zur Validierung der Tragfähigkeit dieses Konzepts im Falle einer nachträglichen Anwendung auf Komponenten, deren Implementierung im allgemeinen unbekannt und unveränderbar ist. Das Fehlen des Quelltextes als Teil der Komponentenbeschreibung stellt auch neue Anforderungen an die VA-API-Technik. VA-APIs sind hier insbesondere um die Beschreibung zusätzlicher semantischer Aspekte zu erweitern. In ersten Experimenten soll das Potential der Komposition existierender, grobgranularer Komponenten ermittelt werden. Fragestellungen wie die nach der erreichbaren Variantenvielfalt und der Anzahl unterschiedlicher erfüllbarer Anforderungen stehen hierbei im Zentrum der Untersuchungen.
Personalbedarf: 16 PM

Arbeitspaket B2: Unterstützungstechniken und -werkzeuge für den Anwendungsentwickler

Den Hauptfokus dieses Arbeitspaketes bilden Methoden und Werkzeuge zur rechnerunterstützten Erzeugung einer nach Anwendungsvorgaben maßgeschneiderten Laufzeitplattform. Voraussetzung hierfür sind Techniken zur Beschreibung speziell von Anforderungen an das Betriebssystem. In Zusammenarbeit mit Teilprojekt C1 sind geeignete Verfahren zu entwickeln bzw. existierende anzupassen. Die Erfassung von Anforderungen an das Betriebssystem soll vorerst manuell erfolgen. Einen ersten Ansatzpunkt für eine rechnerunterstützte Erfassung können Anwendungsentwürfe in SDL bilden, die sich beispielsweise in Hinblick auf die Anzahl nebenläufiger Prozesse, einzuhaltende Zeitschranken oder notwendige Kommunikationsressourcen auswerten lassen. Die erfaßten Anforderungen dienen als Grundlage für die rechnerunterstützte Auswahl und Konfigurierung von Betriebssystemkomponenten. Um aus einem möglichst umfangreichen Dienstleistungsangebot wählen zu können, kommen vornehmlich die in Arbeitspaket B1 erweiterten Komponenten eines existierenden Betriebssystems zum Einsatz. Für die Abbildung geforderter Eigenschaften auf eine Auswahl zur Verfügung stehender Komponenten sowie auf eine Belegung ihrer generischen Parameter sind geeignete Heuristiken zu erarbeiten. Schritthaltend dienen Experimente mit prototypischen Teilsystemen aus dem Anwendungsgebiet der Gebäudeautomation der Validierung der ermittelten Heuristiken. Fragestellungen betreffen beispielsweise die Auffindbarkeit und Konfigurierbarkeit geeigneter Komponenten, sowie die Kombinierbarkeit dieser Komponenten zu einem lauffähigen System. Ferner sind Werkzeuge zur teilautomatisierten Umsetzung der ermittelten Heuristiken zu entwickeln. Die Werkzeuge sollen unter Berücksichtigung der Anwendungsanforderungen eine Vorauswahl und Vorkonfigurierung geeigneter Betriebssystemkomponenten vornehmen können. Schließlich sind der Anwendungsentwickler bei der Komplettierung dieser Auswahl und Konfigurierung zu unterstützen und eine lauffähige Ausführungsplattform zu generieren.
Personalbedarf: 32 PM

Arbeitsschwerpunkt C: Experimente im Anwendungsfeld Gebäudeautomation

Die Zielsetzung dieses Arbeitsschwerpunktes liegt in einer Kosten-/Nutzenanalyse der in den Arbeitsschwerpunkten A und B erarbeiteten Methoden und Werkzeuge durch systematische Experimente. Konkret werden dabei Beispielprojekte aus dem Anwendungsgebiet Gebäudeautomation untersucht. Entsprechend ergeben sich zwei Arbeitpakete, die in enger Zusammenarbeit mit den Teilprojekten A1 und D1 durchgeführt werden.

Arbeitspaket C1: Realisierung ausgewählter Anwendungskomponenten

Ziel dieses Arbeitspaketes ist es, die Vorteile des in Arbeitsschwerpunkt A entwickelten Baukastens generischer Systemsoftwarekomponenten quantifizieren zu können. Hierzu werden ausgewählte Komponenten aus dem Anwendungsfeld Gebäudeautomation wie beispielsweise Steuereinheiten für Sensoren und Aktuatoren entwickelt. Diese Anwendungskomponenten werden mit gleicher Funktionalität auf zwei unterschiedliche Arten entwickelt. Einerseits wird das verfügbare Betriebssystem QNX eine Grundlage der Anwendungsentwicklung bilden. Parallel dazu werden Anwendungskomponenten aus den in Arbeitsschwerpunkt A entwickelten Bausteinen zusammengesetzt. Durch Aufwandserfassung sowie Ausmessung der beiden Systeme werden Bewertungen der beiden Ansätze bezüglich Entwicklungsdauer, Speicher- und Laufzeiteffizienz, sowie Einhaltung von Antwortzeitgarantien vorgenommen.
Personalbedarf: 15 PM

Arbeitspaket C2: Realisierung einer Laufzeitplattform für Gebäudeautomatisierungsanwendungen

Im Zentrum dieses Arbeitspaketes stehen Experimente zur Validierung der in Arbeitsschwerpunkt B entwickelten Kompositionsmethoden und -werkzeuge. Zugeschnitten auf eine prototypische Anwendung aus dem Gebiet der Gebäudeautomation soll auf zwei unterschiedliche Arten jeweils eine Laufzeitplattform entwickelt werden. Zum einen ist die Laufzeitplattform mit herkömmlichen Verfahren, d.h. insbesondere ohne Werkzeugunterstützung und VA-API-Beschreibung, unter Verwendung des Betriebssystems QNX zu erstellen. In einem parallelen, ebenso strikt kontrollierten Experiment sind die in Arbeitsschwerpunkt B entwickelten Methoden und Werkzeuge zur Komposition einer solchen Laufzeitplattform einzusetzen. Anhand der bei beiden Entwicklungsprozessen ermittelten typischen Kenngrößen wie Entwicklungsaufwand und Fehlerhäufigkeit sind die erarbeiteten Methoden und Werkzeuge zu beurteilen. Durch diesen vergleichenden Ansatz sind zudem konkrete Eingaben für inkrementelle Verbesserungen der entwickelten Methoden und Werkzeuge zu erwarten.
Personalbedarf: 15 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>N.N.</td><td colspan="6">C1 und C2</td></tr>
<tr><td>Ergänzungsausstattung</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>N.N.</td><td colspan="2">A1</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="4">A2*</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>N.N.</td><td colspan="2">B1</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="4">B2</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>N.N.,
stud. Hilfskraft</td><td colspan="3">A1</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="3">A2</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>N.N.,
stud. Hilfskraft</td><td colspan="6">B1 und B2</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="6"></td></tr>
</table>

* Arbeiten in C1 bzw. C2 je nach Fortschritt der notwendigen Voraussetzungen für Experimente

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 Teilprojekt bildet mit B4 und B10 die Gruppe von Vorhaben, die sich die Aufgabe gestellt haben, für abgegrenzte Teilsysteme eine generische Systemauslegung sowie entsprechende Unterstützungswerkzeuge und Generatoren zu entwickeln. Mit diesen Teilprojekten ist deshalb ein intensiver Erfahrungsaustausch über die benutzten Beschreibungs- und Generierungstechniken vorgesehen.

Aus den Teilprojekten B8, B9 und C1 erhoffen wir uns Unterstützung bei der Auswahl und Bewertung von Beschreibungstechniken insbesondere im Bereich der Anwendungsanforderungen an das Betriebssystem.

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

3.7 Ergänzungsausstattung für das Teilprojekt

2003
Betrag in DM
199.200
38.400
237.600
Betrag in DM
-
3.000
3.000
Mittel für In

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)