

Pakete, der Nutzung von speziellen Ablaufumgebungen und der Realisierung einer verteilten Architektur. Die bisherigen Erfahrungen mit der betrieblichen Einführung der Anwendungssysteme müssen weiter vertieft werden.

Näheres hierzu enthält der Abschlußbericht des Verbundvorhabens:

M. Kerndlmaier u.a. (Hrsg.): Technische Expertensysteme für Prozeßführung und Diagnose, München: Oldenbourg Verlag 1989.

### 6. Bewertung der Rahmenbedingungen

Die Zusammenarbeit der Vorhabenspartner in TEX-I verlief erfolgreich; die Konzeption als Verbundprojekt hat sich bewährt. Probleme bei einer solchen Zusammenarbeit können dabei u.a. zwischen den beteiligten Instituten und den Industriepartnern entstehen: Für die Institute mag ein Zeitdruck vorliegen, der zu Kompromissen zwingt, die den wissenschaftlichen Wert der Ergebnisse aus Sicht der Institute mindern können. Die Industrie muß andererseits Aufwendungen der Institute mitfinanzieren, ohne die übliche direkte Kontrolle eines Unterauftragnehmers mit Termin- und Ergebnisverantwortung zu besitzen.

Produktiv wurde die Arbeit etwa sechs Monate nach Projektbeginn. Alle wesentlichen Entscheidungen

im Projekt konnten durch gemeinsame Absprache erreicht werden.

Auch mit den anderen Verbundvorhaben fand ein Informationsaustausch statt; die Ergebnisse von WEREX, in geringerem Maße auch die von TEX-B, konnten verwendet werden.

Die Zusammenarbeit mit BMFT verlief erfolgreich und ohne Probleme. Eine Zwischenbegutachtung während der Projektlaufzeit war sinnvoller und hilfreicher Bestandteil der Projektplanung.

### 7. Zukunftsaussichten

Die gewonnenen Erfahrungen könnten bei einem neuen Verbundvorhaben in eine detailliertere Projektplanung einfließen. Wesentlich wäre dabei auch eine breitere Ausweisung von Vorlauf- und Nachlaufzeiten für die Anwendungssystem-Entwickler gegenüber den Kernsystem-Entwicklern. Die Vorlaufzeiten dienen dabei zur Erstellung von Anforderungen an das Kernsystem. Nach dessen Fertigstellung wird dann eine ausreichende Nachlaufzeit zu seiner Erprobung im Rahmen der jeweiligen Anwendungen benötigt. Eine prinzipielle Aufgabenteilung in Entwicklung des Kernsystems und Entwicklung der Anwendungssysteme wäre jedoch nach wie vor sinnvoll.

## WEREX: Werkzeugsystem für Konstruktion und Betrieb von Expertensystemen

Thomas Christaller, Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung, Sankt Augustin

Das Verbundvorhaben WEREX (Koordiniertes System von Werkzeugen für die Konstruktion und den Betrieb von Expertensystemen) wurde unter der Fördernummer ITW 8505A2 vom BMFT gefördert.

Partner im Verbundvorhaben WEREX waren:

- ADV/Orga
- Danet
- GMD (Koordinator)
- PCS
- Siemens AG
- Universität Erlangen
- Universität München
- Zentrum für Graphische Datenverarbeitung (ZGDLV) (ab 1.1.1989)

Die Gesamtförderung betrug 11,3 Mio. DM. Es arbeiteten bis zu 20 Personen in der Zeit vom 1.8.1985 bis zum 31.12.1989 in dem Projekt.

### Inhaltlicher Steckbrief des Verbundvorhabens

Das Ziel des Vorhabens bestand darin, die Voraussetzungen für eine breitangelegte Nutzung von Ex-

pertensystemen zu schaffen. Dazu sollte einerseits ein Basiswerkzeug geschaffen werden, UNCLE, und andererseits ein darauf aufbauendes höheres Werkzeug zur Konstruktion und zum Betrieb von Expertensystemen. Wichtige Kriterien für beide sind die Portabilität, ausreichende Funktionalität für verschiedene Anwendungsbereiche und die Anbindung an andere Leistungssysteme, z.B. Fenstersysteme und Datenbankverwaltungssysteme. Mit Babylon eröffnete sich die Chance, ein modulares und für zukünftige Entwicklungen offenes Werkzeug zu entwickeln, das auch am Ende des Vorhabens Schritt halten kann mit in den USA weiterentwickelten Systemen.

### Gesamtergebnis

Das wichtigste Ziel, Babylon mit ausreichender und erprobter Funktionalität auf einer Vielzahl von Hardware/Software-Plattformen verfügbar zu machen, ist voll erreicht worden. Gerade zu Beginn des Projekts WEREX hielten einige Kritiker dieses Ziel für zu weit gesteckt. Hier hat natürlich die rasante

Entwicklung im Hardware-Bereich, die Standardisierungsbemühungen bei CommonLisp und dem Fenstersystem X-Windows mitgeholfen. Babylon läuft zum Ende des Verbundvorhabens quellcodeidentisch auf über zehn verschiedenen Rechnern mit unterschiedlichen Betriebssystemen (z.B. MS-DOS, UNIX, VMS), in sieben verschiedenen LISP-Dialekten und fünf objektorientierten Erweiterungen. Ein erfahrener Systemprogrammierer benötigt für die Portierung des Babylon-Kerns durchschnittlich zwei Personenwochen.

### Beantragungsphase

Das WEREX-Konsortium hat sich in einer mehr als anderthalbjährigen Definitionsphase zusammengefunden, die durch Arbeitstreffen und persönliche Kontakte gekennzeichnet war. Die ersten Ideen zu dem Verbundvorhaben wurden in der GMD Anfang 1984 entwickelt, die Genehmigung wurde Mitte 1985 für Anfang August 1985 erteilt. Das Finanzierungsmodell hatte dabei auf die Zusammenstellung des Konsortiums, aber auch auf die Strukturierung des Vorhabens und die Inhalte der Arbeitspakete starken Einfluß.

### Auswahl der Hardware- und Softwarebasis

Die gesamte Hardware-Beschaffung wurde zwischen den Forschungspartnern koordiniert. Im Laufe des Vorhabens wurden zwei Lisp-Maschinen, ein IBM AT, zwei Cadmus-Rechner und ein EMS 5800 gekauft. Die Softwarebasis war Lisp in den Ausprägungen LeLisp, Golden Common Lisp, Allegro Common Lisp, Kyoto Common Lisp und Interlisp-D. Durch die Beschränkung auf eine Common-Lisp-Teilmenge wurden der Austausch und die Vergleichbarkeit gewährleistet. Einen besonderen Integrationseffekt hatte die Wahl des Micro Flavor-Systems als Basis für die objektorientierten Erweiterungen der unterschiedlichen Lisp-Dialekte.

### Durchführungsphase

Die Kooperation zwischen den Partnern kann im wesentlichen als gut bezeichnet werden. Größere Schwierigkeiten bereitete lediglich das Ausscheiden von Projektpartnern wegen der damit verbundenen inhaltlichen und finanziellen Neuplanungen. Auch hierbei wurden die Probleme stets einvernehmlich gelöst.

Der Aufwand zur Erstellung der Portierungsvorlage wurde unterschätzt. Die Lisp-Maschinen ermöglichten einerseits eine schnelle Prototypentwicklung. Sie förderten auf der anderen Seite aber eine unkontrollierte Verwendung von Teilen der spezifischen Entwicklungsumgebung. Dadurch war der Prototyp von Babylon sehr lange nur in dieser Ablaufumgebung verfügbar. Aber auch die Portierungen selbst beanspruchten sehr viel mehr Zeit als geplant. Systeme wie Babylon setzen eben einen sehr hohen Ausbildungsstand bzgl. Lisp voraus, der erst im Verlauf des Vorhabens bei einigen Partnern geschaffen wer-

den mußte. Später machte sich die heterogene Rechnersituation unangenehm bemerkbar, da nur bei einem Industriepartner (und da auch nur zeitweise) eine Referenzinstallation von Babylon auf einer Lisp-Maschine möglich war. Dadurch mußten viele Probleme durch zusätzliche Arbeitstreffen gelöst werden.

WEREX hat für alle Beteiligten direkten Nutzen gezeigt. Bei den Industriepartnern wurde ganz wesentlich das Know-how im Expertensystembereich aufgebaut. Die hat z.B. bei ADV/Orga zu einer Beteiligung am DFKI geführt. Bei allen Partnern ermöglichte WEREX die Definition von Folgeprojekten, die nun vorwiegend in europäischen Konsortien durchgeführt werden. Hier hat die nationale Förderung die deutsche Konkurrenzfähigkeit bei der EG eindeutig gesteigert. Bei der GMD bewirkten die Erfahrungen eine Schwerpunktverschiebung in der Forschung von Expertensystemwerkzeugen zur Wissensakquisition. Das Zentrum für Graphische Datenverarbeitung plant, KI-Techniken beim Benutzerschnittstellenentwurf einzusetzen.

Während der gesamten Laufzeit des TEX-I-Vorhabens hat WEREX als Infrastrukturprojekt gedient. Eine Reihe von dort aufgetretenen Problemen konnten nur mit Hilfe von WEREX gelöst werden, z.B. die Abkopplung der Standardbenutzeroberfläche von Babylon. Die in WEREX gesammelten Portierungserfahrungen sorgten dafür, daß der GMD-Teil der in TEX-I entwickelten Software weitgehend portierbar ist und inzwischen portiert wurde. Das in TEX-B erstellte CONSAT-System steht bei allen von der GMD durchgeführten Portierungen zur Verfügung. Nur durch die in WEREX durchgeführte Integration von CONSAT in Babylon konnten in TEX-I Grundlagen für ein sogenanntes Envisioning realisiert werden. Damit wird die qualitative Simulation physikalischer Prozesse ermöglicht. So konnten die Software-Entwicklungsergebnisse aus drei verschiedenen Verbundvorhaben zusammenfließen.

Zu den wichtigsten Ergebnissen des WEREX-Projektes zählt sicherlich die erfolgreiche Portierung von Babylon: Der Kern von Babylon läuft mit demselben Quellcode auf Symbolics 36xx, TI Explorer, Macintosh SE, Macintosh II, IBM AT, SUN, VAX/VMS, Cadmus 9000, MX-2/SINIX und EMS 5800. Letztlich wurde das Ziel nur deshalb erreicht, weil konsequent Restriktionen auf eine portable Teilmenge von CommonLisp und der Schnittstellen zu der objektorientierten Erweiterung, dem Flavor-System und den Ein-/Ausgabeoperationen entwickelt und eingehalten wurden. Unsere Erfahrungen im WEREX-Projekt führten zu einer extremen Interpretation von Portierbarkeit: Portierung darf nicht mehr sein als Dateitransfer von einem Rechner auf einen anderen und Rekompilation. Nur so lassen sich Expertensysteme und Erfahrungen ebenfalls leicht portieren und austauschen.

Babylon wird in allen portierten Versionen für Forschungs- und Lehrzwecke von den WEREX-Part-

nern auch außerhalb von WEREX zur Verfügung gestellt. Die genauen Konditionen und die jeweiligen Ansprechpartner können beim Koordinator erfragt werden. Zur Zeit gibt es sechzig Babylon-Installationen vorwiegend im Forschungs- und Entwicklungsbereich.

Die Fülle des auf einmal vorliegenden Materials über Babylon führte zu dem Plan, ein Buch zu schreiben. Es wurde Anfang 1989 publiziert und enthält neben Beiträgen aus den drei genannten Verbundvorhaben auch andere Arbeiten. Zu diesem Zeitpunkt schien die Vermarktung von Babylon in weite Ferne gerückt. Deshalb wurde eine Vereinbarung mit dem Verlag getroffen, daß die Macintosh-Version von Babylon von diesem vertrieben wird. Dies ersetzt auf keinen Fall eine Produktentwicklung, stellt aber eine Möglichkeit dar, gerade im Forschungs- und Entwicklungsbereich kostengünstig ein leistungsfähiges Expertensystemwerkzeug einzusetzen.

### Ungelöste Teilprobleme

Die geplante Operationalisierung der konzeptuellen Modelle von KADS konnte nicht in der gewünschten Weise realisiert werden. Erste Versuche, einzelne Wissensbasen nachträglich mit einer handkodierten Version eines konzeptuellen Modells zu versehen, waren erfolgreich. Doch dann traten theoretische Probleme mit KADS selber auf, die nicht in diesem Vorhaben gelöst werden konnten. Sie werden inzwischen in dem ESPRIT Basic Research Projekt REFLECT u.a. mit den Entwicklern von KADS bearbeitet. Die Folge war, daß leistungsfähigere Wissensakquisitions- und Erklärungskomponenten nicht erstellt werden konnten.

### Ergebnistransfer

Die geplante Vermarktung von Babylon stellte sich als sehr schwierig heraus.

Der Durchbruch bei den Vermarktungsbemühungen kam in dem Augenblick, als ein genügend starker potentieller Anwender und ein Software-Haus sich gemeinsam für Babylon interessierten.

So wurde nach der CeBIT-89 das Kooperationsprojekt zwischen GMD und VW-Gedas (Berlin) gestartet, mit dem Ziel, innerhalb von zwei Jahren die Produktversion von Babylon zu erstellen. Auf der Systems 89 wurde erfolgreich die erste Teilentwicklung präsentiert. Babylon besitzt eine neue Benutzeroberfläche, die auf OSF/Motif aufsetzt.

Der Abschlußbericht von WEREX wurde von Thomas Christaller als GMD-Studie unter dem Titel "Koordiniertes System von Werkzeugen für die Konstruktion und den Betrieb von Expertensystemen" herausgegeben und ist unter folgender Adresse erhältlich: GMD/AIW, Postfach 1240, D-5205 Sankt Augustin 1.

### Bewertung der Rahmenbedingungen

Das WEREX-Verbundvorhaben war ein erfolgreiches Projekt. Alle Schwierigkeiten sind letztlich von den Verbundpartnern einvernehmlich gelöst und die wesentlichen Ziele sind erreicht worden. Das Konzept der Verbundvorhaben war im Prinzip praktikabel. Allerdings wurde in der Definitionsphase sehr viel Zeit vertan, um dieses Konzept in die Projektanträge umzusetzen. Es dauerte ein Jahr bis die Zusammenarbeit in WEREX produktiv wurde.

Es war möglich, den Arbeitsplan auf die sich verändernden Anforderungen im Projekt anzupassen. Das Instrumentarium der BMFT-Förderrichtlinien, das Engagement der dem Projekt zugeordneten Gutachter, Prof. Hotz und Prof. Metzger, und die Einrichtung des Projektkoordinators waren für diesen Zweck sehr hilfreich. Die Zusammenarbeit mit dem BMFT war durchgängig gut.

Die größten Schwierigkeiten bereitete das vom BMFT vorgeschriebene Finanzierungsschema. Es sollte bewirken, daß nur solche Arbeiten durchgeführt werden, von denen sich die Industriepartner einen Nutzen versprechen. Nutzen heißt dort aber letztendlich Gewinne, die mit Produkten oder Dienstleistungen erwirtschaftet werden. Da es sich bei WEREX um ein grundlagenorientiertes Verbundvorhaben handelte, d.h. höheres Entwicklungsrisiko und geringerer Eigenbeteiligung der Industriepartner an den Aufwendungen der Forschungspartner, ist dieser Nutzen sehr schwer abzuschätzen. Erforderlich wäre dafür eigentlich eine Marktanalyse in der Definitionsphase des Vorhabens gewesen, die dann fortgeschrieben wird.

Die Förderpolitik des BMFT hat sich inzwischen geändert und mit dem DFKI ist eine neue mögliche Form des Technologietransfers zwischen Forschung und Industrie entstanden. Trotzdem würde ich es begrüßen, wenn die Koordinatoren aller Verbundvorhaben in dem Förderschwerpunkt zusammen mit dem BMFT in einer Diskussionsrunde die jeweils gesammelten Erfahrungen aufbereiten.

### Zukunftsaussichten

Drei der WEREX-Verbundpartner, die GMD, Siemens und ADV/Orga, sind Gesellschafter beim DFKI.

"Expertensystemwerkzeuge" ist bei der GMD kein *Forschungsthema* mehr, wohl noch eine Entwicklungsaktivität zusammen mit VW-GEDAS. Das im Laufe von WEREX intensiv diskutierte Thema Wissensakquisition gehört neben Planen und Maschinellen Lernen zu den aktuellen Schwerpunkten der Forschungsgruppe Expertensysteme.