

OFFIS

OLDENBURGER FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSINSTITUT FÜR INFORMATIK-WERKZEUGE UND -SYSTEME

# Jahresbericht

Neunzehnhundertsechundneunzig

19



96





# Inhalt

	<b>Vorwort</b>	<b>3</b>
	<b>Schlaglichter</b>	<b>4</b>
	<b>Meilensteine</b>	<b>9</b>
	<b>Forschungsbereich 1: Informationssysteme und Wissensverarbeitung</b>	<b>13</b>
<b>1</b>	Niedersächsisches Krebsregister	13
	Software-Werkzeuge für die bundesweite Krebsregistrierung	16
	Informationsdienste für die Informatik	17
	Ein Datenbanksystem zur Verwaltung geographischer Basisdaten im Internet	19
	Modellbildung und Entscheidungsunterstützung in vernetzten Wissensbereichen	21
	Intelligente Problemlöseumgebung zur Erstellung pneumatischer Schaltungen	22
	Wissensbasiertes Computer Based Training zur Kunststoffherstellung	24
	Strategische Handlungsflexibilität in absatzwirtschaftlichen Bereichen	25
	Interaktive Modellrekonstruktion aus digitalen Bildern	26
	<b>Forschungsbereich 2: Kommunikationssysteme</b>	<b>29</b>
<b>2</b>	Management von Rechnernetzen	29
	Innovative Techniken zum computerunterstützten kooperativen Arbeiten	31
	Telemedizin mit Hochgeschwindigkeitsnetzwerken	33
	Normierung und Beratung für medizinische Bildkommunikation	34
	<b>Forschungsbereich 3: Integrierte Hardware-Software-Systeme</b>	<b>37</b>
<b>3</b>	Korrekte Software für sicherheitskritische Systeme	37
	Eingebettete Systeme in sicherheitskritischen Anwendungen	39
	Anwendung der FORMAT-Werkzeuge im industriellen Umfeld	41
	Objektorientierter Hardware-Entwurf	41
	Verlustleistungsanalyse integrierter Schaltungen	43
	<b>Forschungsbereich 4: Systemmodellierung</b>	<b>45</b>
<b>4</b>	Verteilte Simulation höherer Petrinetze	46
	Software-Entwicklung zum Artenschutz	47
	<b>Forschungsbereich 9: Betriebswirtschaftliche Informatik</b>	<b>51</b>
<b>9</b>	Competence-Center für Hochschulen mit R/3	51
	Ein R/3-basiertes Referenzmodell für Krankenhausinformationssysteme	53
	Geschäftsprozeßmodellierung	55
	Konzeption und Evaluierung betrieblicher Informationssysteme	56
	Evaluierung von CASE-Werkzeugen	58
	Kommunikationsinitiative Weser-Ems	59
	Beratung im Bereich Vernetzung	60
	Schulung und Veranstaltungen	61
	<b>Ausgewählte Veröffentlichungen</b>	<b>63</b>
	<b>Gremien</b>	<b>67</b>



OFFIS

W I R   D E N K E N   Z U K U N F T

# Vorwort

Mit dem vorliegenden Jahresbericht gibt OFFIS wieder Rechenschaft über die im abgelaufenen Jahr bearbeiteten Projekte und die Randbedingungen, unter denen diese Arbeit geleistet wurde.

Auch das Jahr '96 – das fünfte seit der Gründung im Sommer 1991 – brachte uns weiter voran. Mit einer erneuten Steigerung auf nunmehr 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie fast ebenso vielen wissenschaftlichen Hilfskräften bleiben wir in unserer wirtschaftlichen und personellen Entwicklung auf gutem Kurs. Erfreulich ist die Tatsache, daß wir durch Kooperationsprojekte erstmals mehr Drittmittel eingeworben haben, als OFFIS im Rahmen der institutionellen Grundförderung vom Land erhält.

Ein wichtiger Meilenstein war die im Herbst abgeschlossene Diskussion um eine verstärkte Profilbildung. Auf Empfehlung unseres Wissenschaftlichen Beirats bündeln wir unsere Aktivitäten nun in den drei FuE-Bereichen »Eingebettete Systeme«, »Informations- und Kommunikationssysteme im Gesundheitswesen« sowie »Geschäftsprozeßmodellierung und Referenzmodelle«, wollen aber auch weiterhin ergänzende, attraktive Themenfelder besetzen. So hat OFFIS z. B. gemeinsam mit regionalen Unternehmen und Institutionen im Rahmen der »Kommunikationsinitiative Weser-Ems« einen äußerst leistungsfähigen Internet-Zugang realisiert und forciert die Telekommunikation auch auf Landesebene, sowohl bezüglich der notwendigen Basistechnologien, als auch in wichtigen Anwendungsbereichen.

Mit dem OFFIS-Tag '96 haben wir eine Veranstaltungsserie begonnen, mit der wir nun alljährlich die interessierte Öffentlichkeit aus Wirtschaft, Verwaltung, Politik und Wissenschaft über unsere Arbeit sowie aktuelle Themen und Trends der Informationstechnik informieren. Im Sommer feierten wir den 5. Geburtstag der Gründung des Trägervereins »Kuratorium OFFIS e. V.«. Der Öffentlichkeit legten wir zu diesem Anlaß eine mehr als 80seitige Broschüre über die Gründungs- und Aufbaujahre vor. Und positiv war schließlich auch wiederum die Entwicklung der Gesellschaft unserer Freunde und Förderer, die unsere Arbeit gerade im regionalen Umfeld unterstützt.

So gehen wir mit Engagement und Zuversicht in den weiteren Ausbau von OFFIS zu einem – durch Projekte auch national und auf europäischer Ebene bekannten – »Center of excellence« für einige innovative Gebiete der Informatik und ihrer praxisrelevanten Anwendungen.

Wir wünschen uns, daß Sie die folgenden Seiten mit Gewinn lesen: Auch dieser Jahresbericht möge Ihnen neue Erkenntnisse über die Arbeit von OFFIS und Ideen für eine vertiefte oder neue Kooperation mit der Oldenburger Informatik bringen. Kommen Sie mit uns ins Gespräch – lassen Sie uns gemeinsam »Zukunft denken«.

Oldenburg, im Februar 1997

## Der Vorstand

P.S. Da die Neustrukturierung von OFFIS in drei FuE-Bereiche erst im Herbst 1996 umgesetzt wurde, orientiert sich der vorliegende Jahresbericht bei der Darstellung der Projektaktivitäten wie in den Vorjahren noch an der bisherigen Gliederung in die insgesamt fünf Forschungsbereiche.

# Schlaglichter

## **Wirtschaftliche Entwicklung**

Das Jahr 1996 begann so positiv wie das Vorjahr geendet hatte, hieß es doch im Januar gleich, die Ankaufsgenehmigung für das Gebäude im Escherweg vertraglich umzusetzen. Die administrative Abwicklung nahm dann allerdings doch noch soviel Zeit in Anspruch, daß eine weitere Monatsmiete unseren Haushalt belastete – immerhin der Gegenwert einer ganzen Wissenschaftlerstelle. Das war deswegen besonders ärgerlich, weil uns schon vom Ministerium im Vorfeld als »Beteiligung« an der Gebäudefinanzierung der Haushaltszuschuß um DM 300.000 gekürzt worden war. Gleichwohl überwog die Freude über das eigene Gebäude mit allen positiven Nebenwirkungen den Schmerz des Mittelverlustes.

Der Gebäudekauf und die damit verbundene veränderte Kostenstruktur in OFFIS erforderte die Aufstellung eines Nachtragshaushaltes, der auch den reduzierten Landeszuschuß von nunmehr noch TDM 3.465 berücksichtigte; den kürzte der Finanzminister unvorhersehbar zum Jahresende nochmals um TDM 70, so daß uns schließlich noch TDM 3.395 als institutioneller Zuschuß zur Verfügung stand. Teilweise konnten wir diese Verluste aber durch eine recht erfolgreiche Drittmittelakquisition kompensieren. So gelang es 1996 erstmals, mit TDM 3.457 mehr Dritt- als institutionelle Mittel einzunehmen. Das reichte aber nicht, um die notwendigen Wissenschaftlerstellen für den weiteren kontinuierlichen Aufbau von OFFIS, die weiteren Investitionen für das Gebäude und die DV-technische Ausstattung der Projekte zu finanzieren. Daher wurden aus vorhandenen Rücklagen mehr als TDM 400 aufgelöst.

Nach diesen wirtschaftlichen Ergebnissen und Entscheidungen beschäftigte OFFIS zum Jahresabschluß genau 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, davon 42 im Wissenschaftsbereich. Damit wuchs OFFIS gegenüber dem Vorjahr um acht Stellen, eine Steigerung, die wir nun bereits fünf Jahre fast linear durchhalten. Zu diesen Beschäftigten kamen im Jahresmittel noch knapp 50 wissenschaftliche Hilfskräfte – nicht nur aus dem Studiengang Informatik –, die uns in Projekten unterstützen und damit selbst wesentliche berufsqualifizierende Erfahrungen sammeln.

Hinter den dargestellten Einnahme- und Ausgabebeträgen verbergen sich in 1996 21 neue Projekte, von denen 7 eher in die anwendungsnahe Vorlaufforschung fallen und 14 Projekte mit regionalen Partnern abgeschlossen wurden, also dem Bereich des klassischen Technologie- und Wissenstransfers zuzuordnen sind.

Wenngleich die geschilderte finanzielle Entwicklung im Drittmittelbereich in 1996 recht erfreulich ist, so dürfen hieraus keine falschen Schlüsse gezogen werden. Es bleibt dabei, daß die öffentliche Grundfinanzierung durch das Land die notwendige Grundlage zur langfristigen Sicherung der Unabhängigkeit und Objektivität von OFFIS darstellt. Deshalb ist der jährliche Kampf um die Zuwendungshöhe nicht etwa ein lästiges Ritual, sondern dient schlicht der Sicherung der wissenschaftlichen Arbeit des Instituts. Sie erst demonstriert Kompetenz und schafft die Grundlage für die erfolversprechende Einwerbung von Drittmitteln. Das ist der Grund, weshalb wir immer wieder um »unsere« Mittel kämpfen und – natürlich unter Berücksichtigung der allgemeinen wirtschaftlichen Lage im Lande – auf die Einhaltung politischer Zusagen drängen. Nur so kann die angestrebte Veränderung in der niedersächsischen Wissenschaftslandschaft (»Nachholbedarf des Nordwestens«) und damit auch in der Wirtschaftsstruktur der Region erreicht werden.

## **Unveränderte Zielsetzung ...**

Am 6. Juli 1991 wurde das Kuratorium OFFIS e.V., Trägerverein für das Institut, gegründet. Das Land Niedersachsen, die Universität Oldenburg und alle Professoren des dortigen Fachbereichs Informatik sahen vorrangig zwei Triebfedern für die Gründung von OFFIS:

- Know-how-Transfer durch anwendungsbezogene Projekte, vor allem mit Partnern aus der Region, auf der Basis von
- solider Vorlaufforschung auf dem Gebiet der Informatik, die ihre Förderung durch einen klaren Anwendungsbezug rechtfertigt.

Zentrale Aufgabe des Instituts ist es, Prinzipien und Methoden der Systementwicklung zusammen mit den dafür benötigten Informatik-Werkzeugen als Querschnittstechnik zu erforschen, entsprechende Realisierungen zu fördern sowie Einsatz und Auswirkungen

entsprechender Anwendungssysteme zu untersuchen. OFFIS dient sowohl der Grundlagenforschung wie auch dem Transfer erzielter Forschungsergebnisse in die Praxis, denn nur eine solide, Anwendungen aufgeschlossene Forschung und Entwicklung (FuE) sichert auf Dauer die Kompetenz des Instituts. Es muß angesichts immer kürzerer Innovationszyklen gelingen, die FuE-Ergebnisse möglichst rasch in konkrete Produkte, Produktionsverfahren und Dienstleistungen einfließen zu lassen.

OFFIS arbeitet eng mit der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg zusammen. Ein entsprechender Kooperationsvertrag wurde 1992 vereinbart. Er sichert auch die Möglichkeit, Studierende der Universität im Rahmen ihres Studiums oder als Hilfskräfte in attraktive, berufsqualifizierende OFFIS-Projekte einzubinden.

### **... mit neuer Profilbildung**

OFFIS hat nach fünfjähriger Aufbauphase seine Struktur im Herbst 1996 verändert. Intensive Überlegungen innerhalb der OFFIS-Professorenschaft und eine konstruktive Diskussion mit dem Wissenschaftlichen Beirat führten zu dem Entschluß, die weitere Profilbildung vorrangig in folgenden drei FuE-Bereichen voranzutreiben:

- Eingebettete Systeme,
- Informations- und Kommunikationssysteme im Gesundheitswesen sowie
- Geschäftsprozeßmodellierung und Referenzmodelle.

Diese Fokussierung berücksichtigt einerseits die in den letzten Jahren feststellbare Dynamik in diesen Bereichen, die auch zur entsprechenden Einwerbung von Drittmitteln geführt hat, andererseits den Anspruch von OFFIS, zu ausgewählten Schwerpunkten ein »Center of excellence« für Informatik-Forschung und -Entwicklung zu sein und sich auch gegen starke nationale und internationale Konkurrenz im Wissenschaftsbereich zu behaupten.

In den folgenden Abschnitten werden die drei neuen FuE-Bereiche kurz dargestellt. Neben Projekten zu diesen Schwerpunkten werden auch weitere innovative Themenstellungen bearbeitet. Hervorzuheben sind dabei aktuell Projekte zu den Themengebieten »Computer Based Training«, »Internet-Informationendienste« sowie »Telekommunikation und Rechnernetze«.

#### **• FuE-Bereich »Eingebettete Systeme«**

In einer Vielzahl von Produkten der Automobilindustrie, der Verkehrstechnik, der Produktions- und Fertigungstechnik sowie der Telekommunikationsindustrie findet man heute integrierte mikroelektronische Steuerungen, sogenannte »eingebettete Systeme«. Die Entwicklungskosten für diese Systeme dominieren wegen ihrer Komplexität in vielen Bereichen die Entwicklungskosten der Gesamtprodukte.

Eingebettete Systeme sind charakterisiert durch ein großes Maß an Nebenläufigkeit, hohe Anforderungen an Reaktionszeiten sowie vorgegebene technische Randbedingungen und Schnittstellen. Diese Anforderungen an den Entwurfsprozeß sind nur dann beherrschbar, wenn mathematisch fundierte Methoden entwickelt werden, die gezielt Leistungs- und Funktionalitätsanforderungen an eingebettete Systeme gewährleisten, sowie im hohen Maße existierende Module wiederverwendet werden können. Gerade hier setzen die Aktivitäten des FuE-Bereiches »Eingebettete Systeme« an.

Zur Erhöhung der Entwurfssicherheit der Systeme setzt OFFIS auf den Einsatz von Methoden, die im mathematischen Sinne die Korrektheit des Systementwurfs gegenüber funktionalen Entwurfsanforderungen sowie vorgegebenen Realzeitanforderungen garantieren. Zur Steigerung der Entwurfs-effizienz werden unter anderem objektorientierte Methoden zur Modellierung von eingebetteten Systemen entwickelt und eingesetzt. Zur Verbesserung des Einsatzes mobiler Systeme werden Methoden zur Reduzierung des Stromverbrauchs auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen untersucht.

#### **• FuE-Bereich »IK-Systeme im Gesundheitswesen«**

Zentrale Probleme des Gesundheitswesens und der Medizin bedürfen zu ihrer Lösung anspruchsvoller Informations- und Kommunikationssysteme. Dies betrifft die Informationsinfrastruktur im ambulanten/stationären Umfeld (aus ärztlicher Sicht), die medizinische Versorgung von der Diagnostik über die Therapie bis hin zur Nachsorge (aus Sicht des Patienten) sowie die Ebene der bevölkerungsbezogenen epidemiologischen Forschung und Gesundheitsberichterstattung (aus Sicht der Gesundheitspolitik und Qualitätssicherung).

Vor diesem Hintergrund werden die drei schon bisher von OFFIS erfolgreich bearbeiteten Themenbereiche »Software-Werkzeuge für die Epidemiologie« (z. B. für das »Niedersächsische Krebsregister«), »Klinische Informationssysteme« und »Verteilte Kooperation in der medizinischen Versorgung« in diesem FuE-Bereich gebündelt und weiter ausgebaut.

Die in OFFIS forcierten Software-Werkzeuge für die Epidemiologie betreffen insbesondere Kryptoverfahren zum Schutz personenbezogener Daten, komfortable Arbeitsumgebungen zur Datenexploration, individuen-orientierte Modellbildung und Simulation sowie Geo-Informationssysteme zur Integration raumbezogener Daten. Im Rahmen der Entwicklung von klinischen Informationssystemen beschäftigt sich OFFIS seit mehreren Jahren mit fachspezifischen Abteilungs-Informationssystemen, der Integration solcher Abteilungssysteme in umfassendere klinische IuK-Systeme sowie mit internationalen Standardisierungen abteilungsübergreifender und überregionaler Lösungen. Aktivitäten auf dem Gebiet der verteilten Kooperation in der medizinischen Versorgung umfassen die Telemedizin mit der räumlich verteilten Befundung medizinischer Untersuchungsdaten, die Normierung medizinischer Bildkommunikation sowie Anwendungen auf Basis von Breitbandnetzwerken.

#### • **FuE-Bereich »Geschäftsprozeßmodellierung und Referenzmodelle«**

Die Einführung betrieblicher Informationssysteme sowie die Dokumentation und Optimierung betrieblicher Arbeitsabläufe unterliegt gegenwärtig einem Wandel von der Funktions- zur Prozeßorientierung. Dieser Wandel wird an der Vielzahl von Werkzeugen für die prozeßorientierte Unternehmensmodellierung, an der verstärkten Entwicklung prozeßorientierter, branchenspezifischer Referenzmodelle (von OFFIS z. B. im Bereich der Hochschulen und der Krankenhäuser forciert) sowie an dem zunehmenden Einsatz von Workflow-Managementsystemen deutlich.

Werkzeuge für die Geschäftsprozeßmodellierung und -optimierung werden von OFFIS – im Rahmen von Kooperationsprojekten – für die Istanalyse und Sollkonzeption sowie prozeßorientierte Evaluierung von Software-Systemen, für die Entwicklung von branchenspezifischen Referenzmodellen aufbauend auf dem Referenzmodell der Standard-Software SAP R/3 sowie für die Einführung von Workflow-Managementsystemen eingesetzt. Es gibt eine Reihe von kommerziellen Werkzeugen, die von OFFIS evaluiert und entsprechend ihrer Eignung zur Bearbeitung der differenzierten Aufgabenstellungen ausgewählt werden.

Die Aktivitäten des FuE-Bereiches »Geschäftsprozeßmodellierung und Referenzmodelle« zeichnen sich durch eine starke Interdisziplinarität zwischen der Informatik, der Wirtschaftsinformatik und der Betriebswirtschaft aus. Gerade Unternehmen und Institutionen der Region gehören zu den bevorzugten Kooperationspartnern von OFFIS in diesem Bereich.

#### **Das Jahr des Internet**

Was die Wissenschaft seit 20 Jahren – wenn auch nicht in einer solchen Breite und so komfortabel wie inzwischen möglich – nutzt, ist nun auch auf breiter Basis in die Wirtschaft, in Organisationen, öffentliche Einrichtungen, Schulen und nicht zuletzt in das Privatleben eingedrungen: das Internet, das »Netz der Netze«. Ein Durchbruch bei der verbesserten Bereitstellung der notwendigen Basistechnologie in der Region ist im Jahr 1996 durch die sogenannte »Kommunikationsinitiative Weser-Ems« (KWE) gelungen.

Entsprechend unseres satzungsgemäßen Auftrags zur Förderung regionaler Strukturen forcierten wir gemeinsam mit der EWE Aktiengesellschaft, der Kommunalen Datenverarbeitung Oldenburg, der Oldenburgischen Landesbank und der Universität Oldenburg den Aufbau und Betrieb eines 34 MBit/s-Internet-Zugangs in das Deutsche Forschungsnetz (DFN). Zielsetzung der KWE ist die Erprobung leistungsfähiger Datennetze zur innerbetrieblichen (»Intranet«) und betriebsübergreifenden Kommunikation, die darüber hinaus einen attraktiven Zugang zu weltweiten Informationsdiensten erlaubt. Die Erschließung des Raumes Weser-Ems erfolgt über Lichtwellenleiter des regionalen Energieversorgungsunternehmens an den 34 MBit/s-Internet-Knoten im OFFIS-Gebäude. Bald werden auch in der gesamten Region flächendeckend Einwählpunkte zum Ortstarif bereitstehen, so daß eine moderne und äußerst leistungsfähige Kommunikationsinfrastruktur verfügbar ist, die von Unternehmen, Institutionen, Schulen und Privatpersonen genutzt werden wird.

OFFIS beteiligt sich auch engagiert an der »Landesinitiative für die Informations- und



Kommunikationswirtschaft« der Niedersächsischen Landesregierung. Diese Initiative unter Federführung des Wirtschaftsministeriums zielt auf die Entwicklung und Demonstration von Multimedia-Anwendungen sowie vor allem auf eine kostengünstige, landesweite, breitbandige Telekommunikationsinfrastruktur. Aufgrund langjähriger Erfahrungen in regionalen, nationalen und internationalen Projekten und Standardisierungsaktivitäten wurde OFFIS vom Wirtschaftsministerium mit der Unterstützung des Anwendungsbereiches Telemedizin für die Landesinitiative beauftragt.

Weitere, in 1996 forcierte OFFIS-Vorhaben mit Internet-Bezug sind ein vom Bund gefördertes Projekt zum Aufbau digitaler Bibliotheken mit Büchern und Zeitschriften im Volltext sowie ein vom Deutschen Forschungsnetz unterstütztes Projekt zur Bereitstellung digitalisierter Raumdaten über das Internet.

Schließlich gab es im OFFIS eine Reihe von Informationsveranstaltungen zum Schwerpunkt »Internet«, darunter auch den Besuch des Marketing-Clubs Weser-Ems zum Thema »Marketing mit elektronischen Medien« und die Veranstaltung mit dem Oberlandesgericht Oldenburg zum Thema »Recht im Internet«.

### **Transfer und Erfahrungsaustausch**

Auch mit solchen, vorrangig regional ausgerichteten Angeboten erfüllt OFFIS seinen in der Satzung festgeschriebenen Auftrag zu einem Wissens- und Know-how-Transfer in Schlüsselbereichen der Informationstechnologie. Kontinuierliche Elemente dieses Transfers sind beispielsweise die Beteiligung von OFFIS an einem vom Arbeitgeberverband initiierten Arbeitskreis »DV-Systeme und -Organisation« für DV-Führungskräfte in regionalen Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen sowie der OFFIS-Beitrag zu den beiden Studiengängen der Verwaltungs- und Wirtschaftsakademie (VWA), die von der Universität Oldenburg, der Stadt Oldenburg und der IHK Oldenburg getragen wird.

Der von OFFIS initiierte Arbeitskreis »Software-Partner Weser-Ems« mit überwiegend kleineren Software-Häusern und Beratungsunternehmen hat sich in 1996 wieder zu einem regelmäßigen Gedanken- und Erfahrungsaustausch über aktuelle Entwicklungen im Bereich des Software-Engineering zusammengefunden. Hinzu kamen eine Reihe themenspezifischer Schulungen und Seminare, z. B. zu Geschäftsprozeßmodellierung und Referenzmodellbildung betrieblicher Informationssysteme.

Auch überregional bis hin zur nationalen und europäischen Bühne engagiert sich OFFIS im wechselseitigen Erfahrungs- und Ergebnistransfer. Beispiele sind Sprach- und Schnittstellen-Standardisierungen im Rahmen von der EU oder dem BMBF geförderten Projekten im Bereich »Integrierte Hardware-Software-Systeme« mit großen Herstellern und Anwendern sowie der schon langjährige Einsatz bei der Normierung von medizinischer Bildkommunikation und von klinikspezifischen Systemarchitekturen im Gesundheitswesen. Aus dem Jahr 1996 sind als ein weiteres bemerkenswertes Beispiel die von OFFIS und der Universität Mainz gemeinsam erarbeiteten Empfehlungen für die technische Umsetzung flächendeckender Krebsregister in der Bundesrepublik Deutschland zu nennen, die von Bund und Ländern – teilweise auch mit direkter Unterstützung durch OFFIS – nun konkret umgesetzt werden.

### **Öffentlichkeitsarbeit**

- Unsere Standard-Informationsschiene mit Print-Medien besteht aus den Bausteinen
- »Portrait – Ziele, Struktur, Aktivitäten« (Überblick für Interessenten, die OFFIS noch nicht oder noch nicht in der Breite seiner Aktivitäten kennen),
  - »Jahresbericht« (wie dem vorliegenden),
  - »datawork« (unserer etwa vierteljährlich erscheinenden Hauszeitung mit aktuellen Instituts-Informationen) und
  - Projektbeschreibungen.

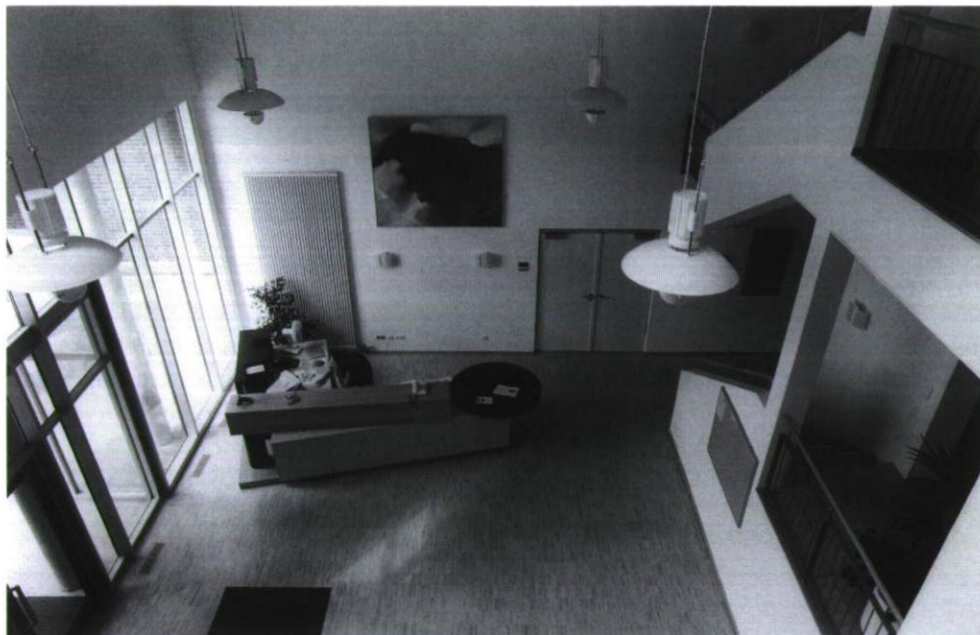
Ergänzend kann man wissenschaftliche Veröffentlichungen, technische Beschreibungen usw. zu den einzelnen Projekten anfordern.

In 1996 haben wir zu diesen Print-Medien unsere WWW-Präsenz im Internet entscheidend verbessert. Über die Adresse <http://www.offis.uni-oldenburg.de> bieten wir neben Basis-Informationen zum Institut eine aktuelle Übersicht über die in OFFIS verfolgten Projekte.

Eine seit dem Vorjahr neue, künftig alljährlich stattfindende Einrichtung ist der OFFIS-Tag, an dem wir unsere Türen für Kooperationspartner, Freunde und Förderer wie auch die interessierte Öffentlichkeit öffnen. Wir informieren über aktuelle Themen und Trends in

der Informationstechnologie und suchen auch hier den Dialog mit Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik.

Auch durch solche Veranstaltungen entwickelt sich die Gesellschaft der Freunde und Förderer weiterhin positiv. Inzwischen gehören mehr als 25 namhafte Unternehmen und Verbände sowie Persönlichkeiten aus der Region dazu und unterstützen OFFIS und die damit verfolgten Ziele. OFFIS dankt auch in diesem Jahr »seiner« Freundes- und Fördergesellschaft für das Engagement und das gute Marketing unserer Aktivitäten.



# Meilensteine

- 11/87 Konzept eines Oldenburger Forschungsinstituts für Büro-Informations- und Kommunikationssysteme wird an den Niedersächsischen Minister für Wissenschaft und Kunst, Herrn Dr. Johann-Tönjes Cassens, geschickt
- 01/88 Der Fachbereich Informatik der Universität Oldenburg stellt sich bei einem »Informatiktag« mit über 300 Besuchern erstmals der Öffentlichkeit vor
- 11/88 Offizieller Antrag eines Informatikinstituts für die Bereiche Systemtechnik und Bürosysteme wird dem Niedersächsischen Ministerpräsidenten, Herrn Dr. Ernst Albrecht, vorgelegt
- 07/89 Präsentation des OFFIS-Konzeptes für Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Verwaltung und Politik der Region Weser-Ems
- 11/89 Fertigstellung einer Studie und des detaillierten Antrags für OFFIS (erstmalig Verwendung dieses Akronyms für ein »Oldenburger Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Informatik-Werkzeuge und -Systeme«)
- 12/89 (Zweiter) Offizieller Antrag an den Niedersächsischen Ministerpräsidenten
- 03/90 Vorbereitung einer Kabinettsvorlage (nicht mehr behandelt wegen Landtagswahlen)
- 10/90 Die Niedersächsische Ministerin für Wissenschaft und Kultur, Frau Helga Schuchardt, besucht die Oldenburger Informatik und kündigt ihre Unterstützung für OFFIS an
- 11/90 Bewilligung von 17,3 Mio. DM aus Mitteln der Strukturhilfe 1992-94 durch die Niedersächsische Landesregierung; Einstellung von OFFIS in die mittelfristige Finanzplanung
- 03/91 OFFIS bittet das Land um Zustimmung zur Errichtung eines eigenen Institutsgebäudes durch ein Investorenmodell
- 07/91 Am 6.7.91 findet die Gründungsversammlung des »Kuratorium OFFIS e.V.«, des Trägervereins für das Institut, statt; Mitglieder: Land Niedersachsen, Universität Oldenburg und alle Oldenburger Informatik-Professoren (Appelrath, Claus, Damm, Gorny, Jensch, Kowalk, Möbus, Olderog, Spies); Vorstand: Professoren Claus (Vorsitz), Appelrath, Kowalk
- 09/91 Als OFFIS-Geschäftsführer wird Herr Dipl.-Kfm. Menke eingestellt; nach einer provisorischen Unterbringung in der Universität bezieht OFFIS eigene Mieträume in der Westerstraße
- Der Erweiterte Vorstand wählt Herrn Landtagspräsidenten Horst Milde als Repräsentanten der Weser-Ems-Region in den Verwaltungsrat
- 12/91 Beschluß des Rates der Stadt Oldenburg zur möglichen Nutzung des sogenannten »FleiWa-Geländes« für das neu zu errichtende OFFIS-Gebäude
- 01/92 Der Forschungsbereich 1 (»Informationssysteme und Wissensverarbeitung«) wird eingerichtet; nach Besetzung von Geschäftsführung und sachbearbeitenden Stellen im Institutsmanagement noch in 1991 werden die ersten wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für konkrete Projekte eingestellt
- Bestellung des Wissenschaftlichen Beirates durch Ministerin Schuchardt; Mitglieder sind die Professoren Krallmann (Berlin), Rammig (Paderborn), Vollmar (Karlsruhe) und Wahlster (Saarbrücken)

Am 28.1.92 findet die offizielle Eröffnungsfeier des Instituts in Gegenwart der Ministerin für Wissenschaft und Kultur, Frau Helga Schuchardt, und vieler Persönlichkeiten des Öffentlichen Lebens, der Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlichen Verwaltung im alten Oldenburger Landtag statt

Erste Sitzung des Verwaltungsrates; Zusage von 17,5 Mio. DM des Landes zur Finanzierung des Institutsgebäudes und der Erstausrüstung aus Mitteln der VW-Stiftung

02/92 Erste ordentliche Mitgliederversammlung des Kuratoriums OFFIS e.V.;  
Vorstand: Professoren Claus (Vorsitz), Appelrath, Jensch

03/92 OFFIS präsentiert sich erstmals auf der CeBIT

06/92 Der Erweiterte Vorstand beschließt die neue Struktur mit drei weiteren Forschungsbereichen (2: »Kommunikationssysteme«, 3: »Integrierte Hardware-Software-Systeme«, 4: »Systemmodellierung«) und fünfjähriger Planung der Stellen, die kurz darauf von der Mitgliederversammlung zustimmend zur Kenntnis genommen wird; damit ist die Struktur des Instituts OFFIS für die Aufbauphase im wesentlichen festgelegt, die inhaltliche Arbeit in den Projekten kann weiter vorangetrieben werden

Außerordentliche Mitgliederversammlung (wegen der Berufung von Prof. Claus an die Universität Stuttgart notwendig); neuer Vorstand: Professoren Appelrath (Vorsitz), Jensch, Kowalk; die Kooperationsvereinbarung mit der Universität Oldenburg wird beschlossen

11/92 Konstituierende Sitzung des Wissenschaftlichen Beirats; Sprecher wird Prof. Vollmar, Stellvertreter Prof. Wahlster

Die VW-Stiftung bewilligt 17,5 Mio. DM für Gebäude und Erstausrüstung von OFFIS

03/93 OFFIS ist erstmals mit einem eigenem Stand auf der CeBIT

05/93 Zustimmung des MWK zur Unterzeichnung eines Mietvertrages mit der Zielsetzung eines schnellstmöglichen Kaufs des neuen Gebäudes auf dem FleiWa-Gelände, wo das Dienstleistungs- und Forschungszentrum Oldenburg entsteht

Gründung der »Gesellschaft der Freunde und Förderer des Kuratoriums OFFIS e. V.«

09/93 OFFIS entschließt sich zu einer Beteiligung an den Studiengängen der Akademie für Verwaltung und Wirtschaft (VWA) mit einem 80stündigen Schulungsblock »Wirtschaftsinformatik«

10/93 Der Forschungsbereich 9 »Betriebswirtschaftliche Informatik« wird gegründet, in den die bisherige Abteilung »Beratung und Systemtransfer« integriert wird; diese strukturelle Änderung wurde durch das starke Wachstum und Projektaktivitäten aufgrund zunehmender Anfragen aus der Region erforderlich

01/94 Grundsteinlegung für das OFFIS-Gebäude durch die Ministerin für Wissenschaft und Kultur, Frau Helga Schuchardt, in Gegenwart vieler Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens, der Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlichen Verwaltung

02/94 Ordentliche Mitgliederversammlung 1994; der bisherige Vorstand wird wiedergewählt; ebenfalls wiedergewählt werden als Vertreter des Erweiterten Vorstands im Verwaltungsrat die Professoren Damm und Gorny

Die beiden ersten OFFIS-Mitarbeiter schließen ihre (in der Universität begonnenen) Promotionsverfahren erfolgreich ab

03/94 Erneute Teilnahme an der CeBIT

- 06/94 Ordentliche Mitgliederversammlung 1994 der Gesellschaft der Freunde und Förderer des Kuratorium OFFIS e. V. und Neuwahl des Vorstandes mit den Herren Dr. Reinhard Berger (Vorsitzender), Theodor Loger und Wolf-Jürgen Thormann (seit 06/93 auch Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats); weitere namhafte neue Mitglieder aus Wirtschaft und Verbänden treten der Gesellschaft bei, darunter auch die IHK Oldenburg
- 11/94 Aus im Jahr 1994 begonnenen Veranstaltungen mit Software-Häusern aus der Region gründet sich ein »Arbeitskreis Software-Partner Weser-Ems«, der sich seitdem kontinuierlich zu Sitzungen über aktuelle Themen aus dem Bereich des Software-Engineering trifft
- 12/94 Das Niedersächsische Sozialministerium beauftragt OFFIS mit dem weiteren Aufbau des Niedersächsischen Krebsregisters, nachdem das Bundeskrebsregistergesetz verabschiedet ist  
OFFIS beschäftigt zum Jahreswechsel 33 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und fast 60 wissenschaftliche Hilfskräfte
- 01/95 Erneute Bestellung der bisherigen fünf Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats von OFFIS und Neubestellung von Herrn Dr. Richard Neumann, Direktor und Prokurist bei der PREUSSAG AG, für eine dreijährige Amtszeit
- 03/95 Teilnahme an der CeBIT '95 mit neuem Stand
- 06/95 Auszug aus der Westerstraße und Bezug des neuen OFFIS-Gebäudes nach einigen Bauverzögerungen; das Gebäude muß zunächst angemietet werden, weil die gemeinsame Finanzierung von Bund und Land noch ungeklärt ist
- 08/95 Feierliche Gebäudeeinweihung mit einem »Tag der offenen Tür« und verschiedenen Veranstaltungen, darunter vor allem die offizielle Feierstunde mit vielen Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens, der Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung: Einweihungsrede und Schlüsselübergabe durch Herrn Staatssekretär Dr. Uwe Reinhardt; Festredner ist Ministerpräsident a. D. und Vorstandsvorsitzender der JENOPTIK, Dr. Lothar Späth  
Jahressitzung des Wissenschaftlichen Beirats; neben der Begutachtung laufender und geplanter Projekte werden die bisherige Aufbauphase von OFFIS und Fragen der weiteren strategischen Ausrichtung des Instituts diskutiert  
Mitgliederversammlung der Gesellschaft der Freunde und Förderer von OFFIS; die Mitgliederentwicklung ist weiterhin erfreulich, besondere Aufmerksamkeit findet der Beitritt der IHK Osnabrück-Emsland
- 12/95 OFFIS wird Eigentümer seines bisher nur gemieteten Gebäudes, nachdem der Bund eine sogenannte »Unbedenklichkeitserklärung« für seinen Finanzierungsbeitrag ausgestellt und das Land aus Mitteln der VW-Stiftung die Vorfinanzierung dieses Anteils übernommen hat  
Mitgliederversammlung des Kuratorium OFFIS e. V.; dabei u. a. Wechsel im Vorstand: Nachfolger von Prof. Kowalk wird Prof. Damm  
Zum Jahreswechsel beschäftigt OFFIS 42 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie 58 wissenschaftliche Hilfskräfte als Teilzeitbeschäftigte neben ihrem Studium
- 01/96 Gemeinsam mit dem Arbeitgeberverband Gründung des Arbeitskreises »DV-Systeme und -Organisation« für DV-Führungskräfte in regionalen Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen
- 02/96 Sitzung des Wissenschaftlichen Beirats; im Zentrum der Beratungen steht die weitere Profilbildung und Schwerpunktsetzung

- 03/96 OFFIS präsentiert auf der CeBIT '96 Projekte aus den Bereichen Elektronische Fachinformation, Lehr-Lernsysteme und Geschäftsprozeßmodellierung
- 06/96 Mitgliederversammlung des Kuratorium OFFIS e. V. mit turnusmäßiger Neuwahl des Vorstandes für eine zweijährige Amtszeit; der bisherige Vorstand mit den Professoren Appelrath (Vorsitz), Jensch und Damm wird bestätigt
- OFFIS-Tag '96: Auftakt zu einer nun jährlich geplanten Veranstaltungsserie, bei der OFFIS die interessierte Öffentlichkeit – vorrangig aus regionaler Wirtschaft, Verwaltung, Politik und Wissenschaft – über seine Arbeit und über aktuelle Themen und Trends in der Informationstechnik informiert
- Mitgliederversammlung der Gesellschaft der Freunde und Förderer von OFFIS, der inzwischen 23 namhafte Unternehmen, Verbände und Einzelpersonlichkeiten angehören
- 07/96 Der Wissenschaftliche Beirat empfiehlt eine neue Institutsstruktur mit den drei schwerpunktmäßig forcierten FuE-Bereichen »Eingebettete Systeme«, »Informations- und Kommunikationssysteme im Gesundheitswesen« sowie »Geschäftsprozeßmodellierung und Referenzmodelle«
- Das Kuratorium OFFIS e. V. feiert am 6.7.96 sein fünfjähriges Bestehen; zu diesem Anlaß erscheint der Band »OFFIS – Gründungs- und Aufbaujahre«
- OFFIS gründet mit der Universität sowie regionalen Unternehmen und Institutionen die »Kommunikationsinitiative Weser-Ems« zur Bildung eines leistungsfähigen Internet-Zugangs und einer möglichst flächendeckenden Einbindung regionaler Einwählpunkte
- 08/96 Der Marketing-Club Weser-Ems besucht mit 120 Mitgliedern OFFIS und informiert sich über das Thema »Marketing mit elektronischen Medien«
- 09/96 OFFIS leitet die NATO-Sommerschule »Low Power Design in Microelektronics« mit über 100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus 24 Ländern in Il Ciocco, Italien
- 10/96 OFFIS beteiligt sich an der »Initiative für die Informations- und Kommunikationswirtschaft« der Niedersächsischen Landesregierung vor allem durch regionale Informationsveranstaltungen und die landesweite Unterstützung des Anwendungsbereiches Telemedizin
- 11/96 Gemeinsam mit dem Oberlandesgericht Oldenburg präsentiert OFFIS in seinem Gebäude eine Veranstaltung »Recht im Internet« mit ca. 120 Teilnehmern, vor allem Rechtsanwälten und Richtern
- 12/96 Die im Sommer gegründete »Kommunikationsinitiative Weser-Ems« präsentiert den 34 MBit/s-Internet-Knoten im OFFIS-Gebäude, der von Regierungspräsident Bernd Theilen symbolisch freigegeben wird; die Gründungsmitglieder EWE Aktiengesellschaft, Kommunale Datenverarbeitung Oldenburg, Oldenburgische Landesbank, Universität Oldenburg und OFFIS sichern den zunächst bis Ende 1998 vereinbarten Zugang zum Deutschen Forschungsnetz und darüber ins weltweite Internet
- Zum Jahreswechsel beschäftigt OFFIS 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie 48 wissenschaftliche Hilfskräfte

# Forschungsbereich 1:

## Informationssysteme und Wissensverarbeitung

Ziele dieses Forschungsbereichs sind die Untersuchung von Konzepten und Methoden auf dem Gebiet der Informationssysteme und der Wissensverarbeitung sowie deren ingenieurmäßige Umsetzung durch die Entwicklung von Werkzeugen und Anwendungssystemen.

Dieses Gebiet umfaßt u. a.:

- Vorgehensmodelle und CASE-Werkzeuge (Computer Aided Software Engineering) für die Entwicklung von Datenbankanwendungen,
- Software-Werkzeuge für die Modellierung der Informationsstrukturen sowie Benutzungsschnittstellen und -oberflächen von Informationssystemen,
- Expertensysteme und Wissenskommunikationssysteme als anwendungsorientierte Beispiele wissensverarbeitender Systeme sowie
- Multimedia-Systeme.

Die zentralen Themen des Forschungsbereichs sind die Akquisition, Modellierung, Verwaltung und Nutzung großer und oft heterogener Daten- und Wissensbestände sowie der Entwurf und die Implementierung dafür erforderlicher Benutzungsschnittstellen.

Anwendungsgebiete von Nicht-Standard-Informationssystemen und Expertensystemen liegen hauptsächlich in den sich deutlich ausweitenden Gebieten der Natur- und Ingenieurwissenschaften, der Medizin und der Bürokommunikation. CASE-Werkzeuge und die ihnen zugrundeliegenden Vorgehensmodelle werden für die Entwicklung von Datenbankanwendungen eingesetzt. Weitere Forschungsschwerpunkte bilden Diagnose-, Hilfe- und Erklärungssysteme für den Einsatz in tutoriellen Lehr-/Lernumgebungen.

Die aktuellen Projekte können folgenden Themenschwerpunkten zugeordnet werden:

- Informationssysteme für die Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung,
- Computer-based-Training-Systeme (CBT) sowie intelligente Tutor- und Hilfesysteme,
- Multimedia-Systeme und Benutzungsschnittstellenentwicklung,
- Informationsdienste im Internet,
- CASE-Werkzeuge und Vorgehensmodelle für die Software-Entwicklung,
- Wissensbasierte Unterstützung des Entwurfs von aufgabenspezifischen und adaptierbaren Benutzungsoberflächen,
- Werkzeuge für die Interaktion mit stereoskopisch dargestellten 3D-Objekten. ■

## Niedersächsisches Krebsregister

### Projekthintergrund

Unter Leitung des Niedersächsischen Sozialministeriums beteiligt sich OFFIS seit 1993 am Aufbau des epidemiologischen Krebsregisters Niedersachsen (kurz EKN). Aufgabe des Projektes CARLOS (Cancer Registry Lower-Saxony) war zunächst, die prinzipielle Funktionalität eines Landeskrebsregisters nach dem im Bundesgesetz über Krebsregister (KRG) festgeschriebenen Konzept der Krebsregistrierung nachzuweisen.

Eine Empfehlung zur technischen Umsetzung der Verfahrensweisen gemäß KRG, die von den Arbeitsgruppen in Oldenburg (Prof. Appelrath) und Mainz (Prof. Michaelis) entwickelt wurde, ist in 1996 von der Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinalbeamten (AGLMB) des Bundes und der Länder als Standard für Krebsregister verabschiedet worden. Darin werden konkrete Verfahren beschrieben, die zur Realisierung des im KRG enthaltenen Meldemodells sowie für die Durchführung eines bundesweiten Abgleichs der Krebsmeldungen (Konzept der Kontrollnummern, Standardisierung der Erfassungsrichtlinien, Einwegverschlüsselungsverfahren) verwendet werden können. Das Meldemodell sieht zwei getrennte Stellen zur Tumordokumentation vor:

- eine Vertrauensstelle, die personenbezogenen Krebsfälle des Landes sammelt, und
- eine Registerstelle, die von der Vertrauensstelle anonymisierte Krebsmeldungen erhält und zu einem bevölkerungsbezogenen, epidemiologischen Krebsregister – unter Einbeziehung weiterer Datensätze aus Totenscheinen, Pathologenmeldungen u. a. – verdichtet.

Die sich an die zweijährige Pilotphase 1993/94 anschließende Erprobungsphase 1995-97 konzentriert sich auf die Umsetzung des erprobten Meldemodells und die Überführung des epidemiologischen Auswertungssystems in ein für einen dauerhaften Regelbetrieb des EKN nutzbares System.

### Erprobungsphase 1995-1997

Die Arbeiten in der Erprobungsphase sind in drei Teilgebiete gegliedert, an denen neben dem Niedersächsischen Sozialministerium und OFFIS unter anderem auch die Kassenärztliche Vereinigung Niedersachsen als Träger der Nachsorgeleitstellen, die Medizinische Hochschule Hannover, das Klinikum der Georg-August-Universität Göttingen, das Pathologische Institut Oldenburg (Prof. Löhr) und das Gesundheitsamt Oldenburg beteiligt sind. OFFIS übernimmt dabei die Aufgaben der Registerstelle und ist im Projekt zusätzlich für die DV-technischen und Informatik-bezogenen Fragestellungen der Vertrauensstelle sowie entsprechender Meldewege zuständig. Die im Berichtsjahr 1996 schwerpunktmäßig

bearbeiteten drei Teilgebiete sind:

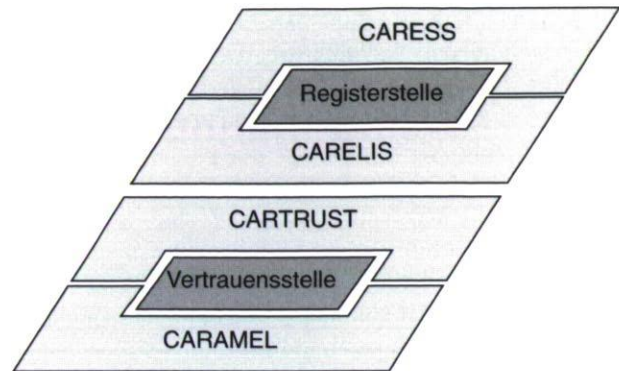
- **Datengewinnung und Meldewesen**  
Eine elementare Aufgabe eines epidemiologischen Krebsregisters ist die Erfassung der Krebsmeldungen und der Aufbau hierzu geeigneter Meldewege, die sowohl epidemiologischen als auch datenschutzrechtlichen Anforderungen genügen. Es sind Meldewege im EKN zu etablieren, die eine effiziente, vollständige und datenschutzkonforme Meldungserfassung gewährleisten.
- **Datenverarbeitung und -speicherung**  
Zwischen der Vertrauens- und der Registerstelle besteht eine starke Kommunikation, da die Vertrauensstelle Neumeldungen, Widersprüche, Auskunftsanfragen und Studienvorbereitungsmeldungen an die Registerstelle sendet und von dieser z. B. Nachfragen bei Unklarheiten oder Meldungen aus dem Register-Datenbestand erhält. Um eine effiziente, d. h. möglichst automatisierte Abwicklung dieser Kommunikation zu ermöglichen, sind geeignete Strukturen und Schnittstellen zu definieren und implementieren. Sobald die Meldungen in der Registerstelle anonymisiert eingegangen sind, müssen sie in den aktuellen Datenbestand integriert werden. Ein Abgleich- und Ergebnisaufbereitungssystem, welches auf der einen Seite einen hohen Automatisierungsgrad aufweist und auf der anderen Seite eine visuelle Kontrolle und Bearbeitung durch einen Bearbeiter unterstützt, muß diese Aufgaben realisieren. Weiterhin sind Plausibilitätskontrollen und eine Best-Of-Generierung der Patienten- und Tumordaten von zusammengeführten Meldungen zu entwickeln.
- **Datenauswertung und Forschung**  
Der im bisherigen Verlauf der Pilot- und Erprobungsphase entstandene Prototyp eines epidemiologischen Auswertungssystems ist im Hinblick auf den geplanten Regelbetrieb weiterzuentwickeln. Das System wird dann die Grundlage für epidemiologische Untersuchungen der räumlichen und zeitlichen Verteilung von Krebserkrankungen und -sterbefällen darstellen. Weiterhin muß ein Konzept für einen alljährlichen Bericht des EKN erarbeitet werden.

### Die CARTools – ein Werkzeugkasten für epidemiologische Krebsregister

Beim Aufbau des Epidemiologischen Krebsregisters Niedersachsen (EKN) ist seit 1993 ein vom OFFIS entwickelter, CARTools genannter Werkzeugkasten entstanden, der die verschiedenen, an epidemiologische bzw. insbesondere das Niedersächsische Krebsregister gestellten Anforderungen – sowohl die KRG-relevanten als auch die KRG-neutralen – abdeckt und somit die Basis für einen dauerhaften Regelbetrieb des EKN schafft.

Um diesen differenzierten Anforderungen zu genügen, sind vier Software-Komponenten notwendig:

- **CAMEL (CARLOS – Attaching Multiple Existing Local Registration Units)** ermöglicht die Anbindung von EDV-Meldern an die Vertrauensstelle eines epidemiologischen Krebsregisters unter Berücksichtigung



*Der Werkzeugkasten CARTools*

der Heterogenität der Melder (mindestens Ärzte, Klinische Register, Pathologien und Gesundheitsämter, je nach Umgebung aber auch Nachsorgeeinrichtungen, Tumorzentren, onkologische Schwerpunkte und Einwohnermeldeämter, später vielleicht auch arbeitsmedizinische Dienste, Berufsgenossenschaften usw.) und der von ihnen verwendeten DV-Systeme und Datenformate.

- **CARTRUST (CARLOS – Trusted Registration Unit Software Tool)** bietet alle Funktionen zur Unterstützung von typischen Aufgaben einer Vertrauensstelle, wie die Bearbeitung von Meldungen, eine meldungsbezogene Qualitätssicherung, das Follow-Back von DCO-Meldungen (Death Certificate Only) und die Melderhonorierung. Auch weitere Standardaufgaben der Vertrauensstelle, wie Chiffrierung personenbezogener Daten, Kontrollnummerngenerierung und eine einheitliche Geocodierung von Adressen sowie die datentechnische Kommunikation mit der Registerstelle, werden erledigt.
- **CARELIS (CARLOS – Record Linkage System)** ist die Komponente, mit der die Meldungen in der Registerstelle vollständig bearbeitet werden. Hierzu wird zunächst ein automatischer stochastischer Abgleich der eingehenden Meldungen mit der bereits vorhandenen Register-Datenbank auf Basis der Kontrollnummern realisiert. Anschließend erlaubt eine Ergebnisaufbereitungskomponente den Benutzern (i. a. med. Dokumentaren), graphisch die Abgleichergebnisse aufzubereiten und weitere Aufgaben (z. B. Best-Of-Generierung von Patienten- und Tumorangaben) durchzuführen. Unklarheiten werden der Vertrauensstelle gemeldet, und nach Beendigung einer Neumeldungsbearbeitung wird die Register-Datenbank aktualisiert. Weitere Aufgaben von CARELIS sind die Bearbeitung von Auskunfts-, Widerspruchs- und Studienvorbereitungsmeldungen, wobei ein automatisierter Abgleich und eine Übertragung von Meldungen an die Vertrauensstelle vollzogen werden.
- **CARESS (CARLOS – Epidemiologic and Statistical Data Exploration System)** ist ein epidemiologisches Informationssystem, das eine komfortable und umfassende Auswertung der Register-Datenbank ermöglicht. Das System unterstützt das Registerstellenpersonal (Arzt, Epidemiologe, med. Dokumentare) in allen Aufgabenbereichen, wie Inzidenzmonitoring, Durchführung von

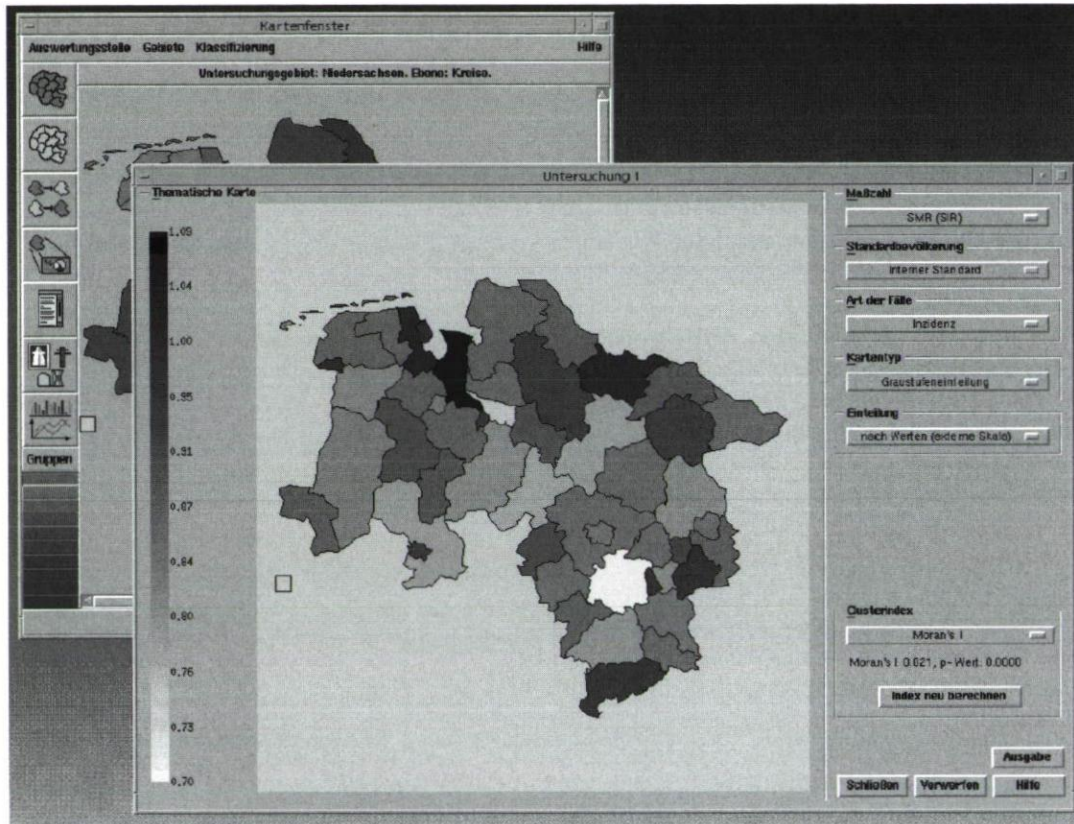


Überlebenszeit- und Clusteranalysen auf der Basis eines einheitlichen Raumbezugs, Berichterstellung und Export von Daten an die Forschung, Qualitätssicherung im Register durch ein Angebot von Indikatoren wie M/I (Mortalität/Inzidenz), DCO bzw. DCN (Death Certificate Notification) oder HV (Anteil histologisch gesicherter Fälle) sowie Hypothesenbildung über Risikofaktoren von Krebs durch die vergleichende Einbeziehung raumbezogener und soziodemographischer Hintergrunddaten.

Im Rahmen einer flexiblen und erweiterbaren Workbench werden auf Grundlage moderner, insbesondere statistischer und geographischer Datenbanktechnologien maßgeschneiderte Benutzungsoberflächen für

### Einsatz der CARTools

Die vorgestellten Software-Werkzeuge sind für den Einsatz im EKN entwickelt worden und befinden sich in der zur Zeit durchgeführten Erprobungsphase 1995-97 im erfolgreichen Praxiseinsatz. Dieser Einsatz ist noch räumlich beschränkt, bezieht aber heterogene Melder wie Nachsorgeleitstellen, Klinische Register, Pathologien und Gesundheitsämter mit ein. Der vom OFFIS entwickelte Werkzeugkasten CARTools ist ein Angebot, das in Verbindung mit anderen, bei den einzelnen krebsregistrierenden Einrichtungen etablierten Software-Systeme zu einer funktional vollständigen, stabilen und durch Vermeidung von Medienbrüchen kostengünstigen Krebsregistrierung führen kann. ■



Benutzungsoberfläche von CARESS

unterschiedliche Aufgaben und Benutzergruppen (neben dem Registerstellenpersonal auch Gastwissenschaftler und externe Forscher) bereitgestellt.

Ein einheitlicher digitaler Raumbezug ist für fast alle epidemiologischen Fragestellungen unerlässlich. Dazu wird das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS) genutzt. Darin sind bundesweit praktisch alle anwendungsrelevanten Daten mit exakten Gauß-Krüger-Koordinaten und Eigenschaftsattributen verfügbar, z. B. Daten zu Siedlung (u. a. Wohnflächen, Abfalldeponien), Gewässer und Verkehr (u. a. Straßen, Kabelleitungen), womit viele der aktuell und auch künftig diskutierten Einflußgrößen auf einem einheitlichen, digitalen Raumbezug integriert und mit Geo-Operatoren (konzentrische Kreise um Punkte, schlauch-förmige Strecken-Einfassungen usw.) kombiniert werden können.

### Projektleiter:

Prof. Dr. H.-J. Appelrath

### Ansprechpartner:

Dipl.-Inform. W. Thoben

Tel.: (04 41) 97 22-1 31

E-Mail: thoben@offis.uni-oldenburg.de

### Laufzeit:

seit 1/1993

## **Software-Werkzeuge für die bundesweite Krebsregistrierung**

Ein genereller Anspruch vom OFFIS bei der Entwicklung von Software-Werkzeugen ist, Konzept und Implementierung so »generisch« zu halten, daß die Werkzeuge möglichst breit, d. h. auch über den originären Anwendungsbezug hinaus einsetzbar sind. So war auch bei der Realisierung der sogenannten CARTools für das Niedersächsische Krebsregister angestrebt, diese auch anderen Krebsregistern zugänglich zu machen. Es gibt inzwischen eine Reihe entsprechender Kooperationen und weiterer Anfragen. Zwei konkrete Beispiele aus dem Jahr 1996 werden nachfolgend beschrieben.

### **CARESS im Hamburger Krebsregister**

Im Rahmen eines Kooperationsvertrages zwischen OFFIS und dem Krebsregister Hamburg wird die epidemiologische Auswertungskomponente CARESS seit 1996 auch im Hamburgischen Krebsregister eingesetzt und anhand des Hamburger Datenbestandes evaluiert. Diese Evaluation erfolgt durch vergleichende Auswertung zwischen CARESS und den bisher im Hamburgischen Krebsregister verwendeten Verfahren und Werkzeugen, insbesondere im Rahmen der zur Zeit laufenden Untersuchungen zu Leukämiefällen bei Kindern und Erwachsenen in Hamburg.

Eine Verwendung von CARESS in tabellarischen Auswertungen zur Lungenkrebsinzidenz für den Hamburger Sozialatlas im Frühjahr 1997 ist geplant. Langfristig ist vorgesehen, CARESS sowohl zur Beantwortung bzw. Bearbeitung von Ad-hoc-Anfragen als auch in diversen Projekten (etwa zur vermeidbaren Krebssterblichkeit) einzusetzen. Für 1997 soll in einem Folgeprojekt eine Erweiterung von CARESS um verschiedene Verfahren zur Clusteranalyse erfolgen.

### **CARTRUST und CARELIS auf Bundesebene**

Nach einem Beschluß der Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinalbeamten (AGLMB) des Bundes und der Länder sind die von den Arbeitsgruppen in Oldenburg und Mainz entwickelten Empfehlungen zur technischen Umsetzung der Verfahrensweisen gemäß KRG als Standard für alle Krebsregister festgelegt worden. Um nun gewährleisten zu können, daß alle Landeskrebsregister auch einheitlich Kontrollnummern für einen bundesweiten Abgleich generieren, wird OFFIS mit der Entwicklung einer bundesweiten Kontrollnummerngenerierungskomponente beauftragt. Diese Kontrollnummerngenerierung – als Bestandteil der Komponente CARTRUST – wird bundesweit allen deutschen Krebsregistern zur Verfügung gestellt werden. Der darauf basierende Abgleich kann dann durch die Komponente CARELIS realisiert werden.

Neben den dargestellten externen Verwendungen der CARTools gibt es bereits eine Reihe weiterer Anfragen aus dem Bundesgebiet hinsichtlich einzelner Komponenten bzw. des Gesamtsystems. Die CARTools-Werkzeuge

sind flexibel in dem Sinne, daß sie mit i. a. geringem Aufwand auch in anderen Krebsregistern oder für länderübergreifende Themenstellungen einsetzbar sind. Aber auch unabhängig vom Einsatz in Krebsregistern lassen sich die Software-Werkzeuge für andere Probleme der deskriptiven Epidemiologie oder als Teil von Geo-Informationssystemen verwenden. ■

#### **Projektleiter:**

Prof. Dr. H.-J. Appelrath

#### **Ansprechpartner:**

Dipl.-Inform. F. Wietek

Tel.: (04 41) 97 22-1 33

E-Mail: wietek@offis.uni-oldenburg.de

#### **Laufzeit:**

1/1996 bis 12/1997

## Informationsdienste für die Informatik

Digitale Bibliotheken sind eine der Internet-Anwendungen, die zunehmend an Bedeutung gewinnen, denn ihre Vorteile liegen auf der Hand: Schnelle Suche nach relevanten Informationen in großen Dokumentbeständen und direkter Zugriff auf benötigte Informationen am Arbeitsplatz. Das vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) seit September 1995 geförderte Kooperationsprojekt »MeDoc – Offene volltext-basierte Informationsdienste für die Informatik« hat zum Ziel, volltext-basierte Informations- und Publikationsdienste für die Informatik zu konzipieren, prototypisch zu entwickeln und zu erproben. Zusammen mit mehreren Projektpartnern aus Wissenschaft und Wirtschaft ist OFFIS an der Entwicklung einer im Internet verteilten, digitalen Bibliothek für die Informatik sowie geeigneter Zugriffs- und Informationsvermittlungssysteme beteiligt, die zusammen den sogenannten MeDoc-Dienst bilden.

Neben Volltextdatenbanken werden auch zahlreiche Nachweisdatenbanken mit Bezug zur Informatik über Schnittstellen in den MeDoc-Dienst eingebunden. Über eine einheitliche Benutzerschnittstelle erleichtert der MeDoc-Dienst die Recherche in verteilten und heterogenen Informationsquellen, die Volltexte oder Nachweise beinhalten. Der Benutzer wird nicht mit Fragen der Verteilung von Informationen sowie den spezifischen Zugriffsmethoden belastet. Außerdem wird die im Internet zeitaufwendige und häufig wenig strukturierte Auswahl relevanter Informationsquellen im MeDoc-Dienst von sogenannten Brokern übernommen.

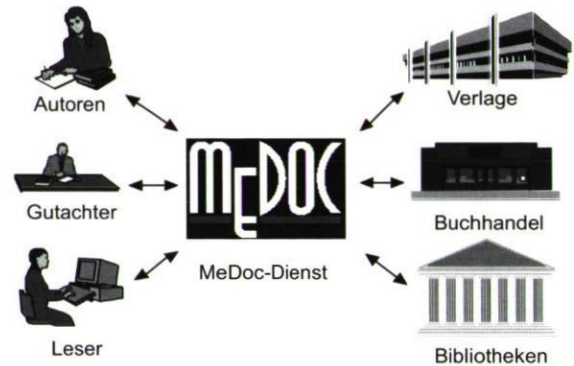
Die wichtigste Gruppe der über den MeDoc-Dienst nutzbaren Informationsquellen sind die im MeDoc-Projekt entwickelten MeDoc-Server, die Informatikliteratur in Form von Volltexten verwalten und den Nutzern die Recherche in diesen Dokumentbeständen sowie die elektronische Bestellung und Lieferung von Dokumenten über den MeDoc-Dienst ermöglichen. Da es sich dabei um hochwertige Informatikliteratur aus dem Publikationsprogramm nationaler und internationaler Verlage handelt, ist die Lieferung von Volltextdokumenten über den MeDoc-Dienst kostenpflichtig.

### Ziele und Zielgruppen

Der MeDoc-Dienst soll Studenten und Wissenschaftler in allen an Informatikthemen interessierten Fachbereichen von Universitäten, Fachhochschulen und universitätsnahen Forschungseinrichtungen in die Lage versetzen, vom jeweiligen Arbeitsplatz aus die weltweit verfügbare Informatikliteratur zu recherchieren und möglichst elektronisch zu beschaffen. Zur Fachliteratur zählen in diesem Zusammenhang die Beiträge in Fachzeitschriften, die Buchproduktion der Verlage und Fachgesellschaften sowie Institutsberichte, Dissertationen, Diplom- und Studienarbeiten von Hochschulen und Forschungseinrichtungen.

Allgemeine Ziele des MeDoc-Projektes sind:

- das Bereitstellen einer kritischen Masse an Informatikliteratur als elektronische Volltextdokumente im Internet,
- das Entwickeln und Erproben nutzergerechter Werkzeuge und wirtschaftlich tragfähiger Angebots-, Erschließungs- und Nutzungsformen für alle Phasen des elektronischen Publizierens und
- die Konzeption neuartiger Informationsvermittlungsdienste auf der Basis heterogener und verteilter Informationsquellen.



*Umfeld des MeDoc-Dienstes*

### Projektpartner

OFFIS kooperiert im MeDoc-Projekt mit den Universitäten Berlin, Bonn, Dortmund, Hagen und München sowie dem Wissenschaftsverlag Springer und dem Fachinformationszentrum (FIZ) Karlsruhe. Die frühzeitige Einbindung von nationalen und internationalen Verlagen mit Informatikbezug soll die Praxisorientierung und wirtschaftliche Tragfähigkeit des MeDoc-Dienstes sichern. Ein Schwerpunkt der Kooperation mit den Verlagen ist deshalb die Entwicklung von Abrechnungsmodellen für die von den MeDoc-Servern verwaltete, kostenpflichtige Informatikliteratur. Darüber hinaus leisten die Verlage einen wesentlichen Beitrag zum Aufbau eines attraktiven Volltextangebotes für den MeDoc-Dienst durch Bereitstellung von Teilen ihres Publikationsprogramms. Als Pilotanwender des MeDoc-Dienstes sind 21 Fachbereiche von Universitäten und Fachhochschulen sowie drei kommerzielle Partner in das Projekt eingebunden.

Das Projekt wird geleitet von einem Konsortium, bestehend aus der Gesellschaft für Informatik (GI) in Bonn, dem Fachinformationszentrum (FIZ) Karlsruhe und dem Springer-Verlag in Heidelberg. Die Gesamtprojektleitung liegt bei der GI. Projektleiter ist Prof. Endres von der TU München.

MeDoc ist eingebettet in eine Kooperation mit drei anderen deutschen Fachgesellschaften, die ebenfalls große Erwartungen an die Möglichkeiten elektronischer Information und Kommunikation knüpfen und vergleichbare Aktivitäten entwickelt haben oder entwickeln wollen. Es sind dies die Deutsche Mathematiker-Vereinigung (DMV), die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) sowie die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh).

### Projektverlauf

Als Ergebnis einer umfangreichen Anforderungsdefi-

nitition in Abstimmung mit den Verlagen und den Pilotanwendern als potentielle Nutzer des MeDoc-Dienstes wurde zunächst das MeDoc-Pflichtenheft erstellt. Parallel dazu sind in einem zweistufigen Verfahren kommerzielle Werkzeuge ausgewählt, evaluiert und auf ihre Eignung für die Realisierung des MeDoc-Dienstes bewertet worden. Den Schwerpunkt bildeten dabei Volltextdatenbankmanagementsysteme für den Aufbau der MeDoc-Server. Auf Basis der ausgewählten Werkzeuge erfolgte die Implementierung des ersten Prototypen des MeDoc-Dienstes, der Ende 1996 den Pilotanwendern zur Evaluierung übergeben wurde. Aufbauend auf deren Erfahrungen wird der zweite Prototyp spezifiziert und bis Mitte 1997 implementiert. Parallel zur Entwicklung des MeDoc-Dienstes werden ausgewählte Informatikfachbücher der mit dem MeDoc-Projekt kooperierenden Verlage durch Konvertierung für die Nutzung über den MeDoc-Dienst vorbereitet.

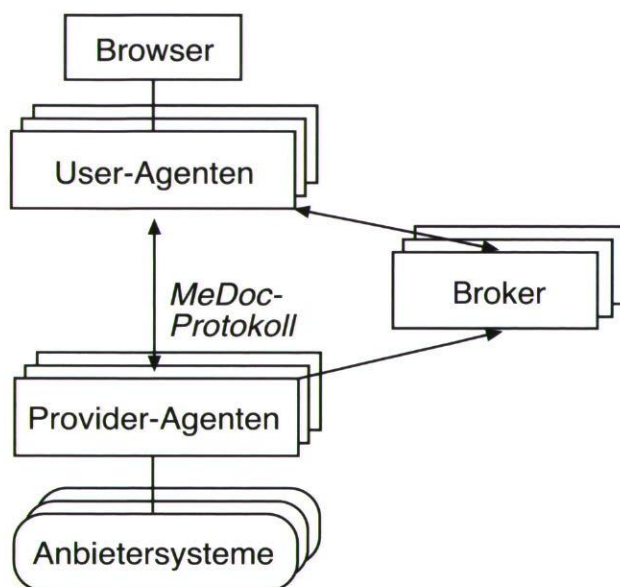
Seit Anfang 1997 werden insgesamt sechs MeDoc-Server installiert und für einen flächendeckenden Probebetrieb freigegeben werden. Dafür werden die von den Verlagen bereitgestellten und im MeDoc-Projekt konvertierten Bücher in die MeDoc-Server eingespielt. Betreiber der MeDoc-Server sind:

- das Fachinformationszentrum Karlsruhe,
- OFFIS,
- der Springer-Verlag Heidelberg,
- die TIB Hannover,
- die TU München und
- die Universität Leipzig.

OFFIS hat zusätzlich die zentrale Beratung der Nutzer des MeDoc-Dienstes sowie die Koordination des Betriebs der MeDoc-Server übernommen.

### Architektur des MeDoc-Dienstes

Der MeDoc-Dienst ist als verteiltes, über das Internet kommunizierendes System realisiert und besitzt die in nachfolgender Abbildung dargestellte Architektur, be-



Architektur des MeDoc-Dienstes

stehend aus User-Agenten, Provider-Agenten und Brokern.

Provider-Agenten kapseln die spezifischen Eigenschaften der verschiedenen Anbietersysteme und gewährleisten damit einen einheitlichen Zugriff auf heterogene Informationsquellen. Sie sind für die Transformation von Anfragen aus dem MeDoc-Protokoll in die proprietären Anfragesprachen der Anbietersysteme zuständig. Außerdem übernehmen sie wichtige Aufgaben wie die Nutzerverwaltung (bezogen auf ein Anbietersystem) und das Accounting für die elektronische Bestellung und Lieferung kostenpflichtiger Dokumente über den MeDoc-Dienst.

User-Agenten realisieren die Nutzerschnittstelle des MeDoc-Dienstes. Für jede Institution wird typischerweise ein eigener User-Agent installiert, der den Zugriff auf den MeDoc-Dienst kontrolliert. User-Agenten übersetzen die über einen Standardbrowser (z. B. Netscape) abgesendeten Anfragen an den MeDoc-Dienst in das MeDoc-Protokoll und leiten sie an einen der Broker weiter. Anschließend wird die Anfrage gleichzeitig an die Provider-Agenten der vom Broker zurückgemeldeten Anbietersysteme gestellt. Die Auswahl relevanter Informationsquellen durch den Broker erfolgt auf Basis von Metainformationen über die fachliche Ausrichtung der verschiedenen Anbietersysteme. Aus den Ergebnissen dieser Anfragen setzen die User-Agenten dann eine gemeinsame Ergebnismenge zusammen, die zunächst nur Verweise auf Informationen enthält. Kostenpflichtige Informationen wie z. B. die Volltextdokumente der MeDoc-Server werden dabei mit ihrem Preis ausgewiesen. Sie können direkt über den MeDoc-Dienst bestellt und geliefert werden, so daß die Versorgung mit hochwertiger Fachinformation am Arbeitsplatz sichergestellt ist.

Für die Kommunikation zwischen den Komponenten des MeDoc-Dienstes wurde das MeDoc-Protokoll entwickelt. Aufgrund der Übertragung sicherheitskritischer Informationen wie Nutzerkennungen und Paßwörter sowie der elektronischen Lieferung kostenpflichtiger Volltextdokumente wurde die Kommunikation durch Integration des Secure Socket Layer (SSL) abgesichert.

### Zusätzliche Informationen

Wie bei Projekten im Bereich neuer Medien üblich, ist die Projektdokumentation größtenteils über das Internet öffentlich zugänglich, in diesem Fall im World Wide Web unter der WWW-Adresse

<http://medoc.informatik.tu-muenchen.de>. ■

### Projektleiter:

Prof. Dr. H.-J. Appelrath

### Ansprechpartner:

Dr. R. Götze

Tel.: (04 41) 97 22-1 80

E-Mail: [goetze@offis.uni-oldenburg.de](mailto:goetze@offis.uni-oldenburg.de)

### Laufzeit:

9/1995 bis 8/1997

# Ein Datenbanksystem zur Verwaltung geographischer Basisdaten im Internet

## Projekthintergrund

Raumbezogene Daten treten in zahlreichen Bereichen der öffentlichen Verwaltung, der Wissenschaft und der Wirtschaft auf, z. B. in der Kartographie, in der Medizin, im CAD-Bereich und seit einiger Zeit auch im Umweltschutz. Eine wichtige Klasse raumbezogener Daten ist durch geographische Daten gegeben. Ihr Raumbezug ist dabei – etwa in Form geographischer oder sog. Gauß-Krüger-Koordinaten – an unsere Erde gebunden. Zur Verwaltung geographischer Daten werden geographische Informationssysteme (GIS) eingesetzt. GIS-Anwendungen versprechen zahlreiche neue Möglichkeiten, Erleichterungen, Einsichten und Lösungen bei der Behandlung raumbezogener Problemstellungen.

Da die Nachfrage nach raumbezogenen Basisinformationen über topologische Landschaftsobjekte wie z. B. die Lage und Größe von Grünflächen, Industrie- und Wohngebieten, Gewässern aber auch Straßen, Bahnlinien oder Mülldeponien heute zunimmt, hat die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) 1990 die Digitalisierung von entsprechendem Kartenmaterial zur Schaffung eines einheitlichen Raumbezugs auf Basis von Gauß-Krüger-Koordinaten beschlossen. Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS) wird im Rahmen dieses Programms flächendeckend für die Bundesrepublik Deutschland aufgebaut und stellt topographisch-kartographische Basisdaten (derzeit etwa 60 Objektarten in den Bereichen Festpunkte, Siedlung, Verkehr, Vegetation, Gewässer, Relief und Gebiete) zur Verfügung.

Aufgrund des überaus großen Speichervolumens der ATKIS-Daten sind spezielle Verfahren zu deren effizienter Verarbeitung erforderlich.

Um die Daten einem möglichst großen Anwenderkreis zugänglich zu machen, bietet sich die Bereitstellung der Daten über Telekommunikationsdienste an.

## Architektur des Systems

Im Rahmen des Projekts InterGIS wird, basierend auf einem Geo-Server, ein System entwickelt, um einerseits eine komfortable Entwicklungsplattform für die Realisierung von Informationssystemen mit raumbezogener Komponente zur Verfügung zu stellen und andererseits ATKIS-basierte geographische Basisdaten auf einfache Weise über ein Netzwerk anzubieten. Die geographischen Daten werden von einem Geo-Server verwaltet, der seine Dienste sowohl direkt über ein maßgeschneidertes Protokoll anbietet, als auch in Verbindung mit einem WWW-Server geographische Basisdaten für übliche WWW-Browser verfügbar macht. Neben diesen Browsern werden als Clients Anwendungen verwendet, die auf einem GIS-Werkzeugkasten basieren. Dieser beinhaltet neben einer Bibliothek geographischer Opera-

toren einen Zwischenspeicher und eine Schnittstelle, auf der sich differenzierte Anwendungen entwickeln lassen.

Das System soll für sehr große Datenmengen (einige GB) und überwiegend lesende Zugriffe optimiert werden. Der Datenhaltungsebene fällt besondere Bedeutung zu, um große Effizienz bei den für explorative Datenanalyse typischen Anfragemustern zu erreichen. Die Anfragesprache wird einfach gehalten.

## Datenhaltung

Der Geo-Server stützt sich auf evtl. mehrere, auch heterogene Datenhaltungskomponenten ab. Ziel dieser Komponenten ist es, sehr große Mengen geographischer Basisdaten (punkt-, linien- und flächenförmig) effizient zu verwalten und dem Anwender auf Anfrage schnell zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung zu stellen. Zur Datenhaltung können verschiedene Speichersysteme verwendet werden. Diese werden jeweils über eine Schnittstellenkomponente mit dem Kern des Geo-Servers verbunden. An dieser Schnittstelle werden deskriptiv Kommandos abgesetzt, die einer einfachen Sprache zur Selektion geographischer Objekte und Auswertung von Attributen dieser Objekte angehören. Verschiedene Datenbank-Managementsysteme (DBMS) sind vorgesehen.

Der Einsatz eines solchen Systems macht die Vorzüge moderner DBMS-Technologie (Mehrbenutzerfähigkeit, Transaktionen, Recovery, Zugriffsschutz etc.) auch direkt für die geographischen Daten nutzbar. Als nachteilig erweisen sich hier jedoch die objektorientierte Struktur der Geo-Daten sowie das Fehlen räumlicher Indexie-



*Ausschnitt des ATKIS-Datenmaterials*

rungsverfahren. Diesen Nachteilen wird durch Verwendung neuerer Technologien (z. B. Oracle Spatial Data Option, Binary Large Objects) begegnet.

Da die geographischen Daten zumeist in objektorientierten Anwendungen verarbeitet werden, ist auch die Verwendung objektorientierter DB-Technologie, konkret des objekt-relationalen DBMS Illustra, vorgesehen. Dieses System verfügt bereits über räumliche Zugriffsstrukturen und Möglichkeiten zur Definition eigener Datentypen.

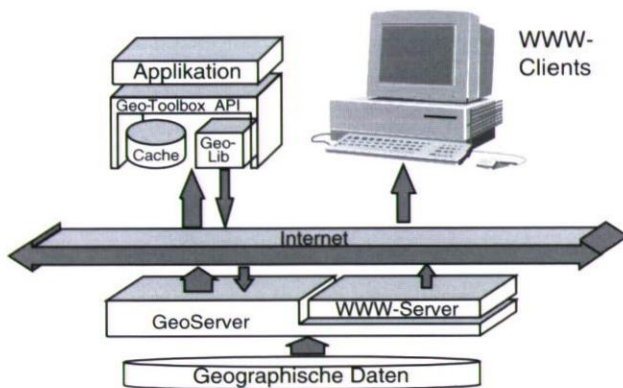
## Geo-Server

Im Geo-Server wird Basisfunktionalität für eine Konto-

führung (bei entgeltpflichtiger Datenbereitstellung), Nutzerverwaltung sowie die Aufbereitung der Kommandos für die betroffenen Speichersysteme implementiert. Für die Kommunikation zwischen Server und Client sind drei auf dem Internet basierende Mechanismen vorgesehen:

Ein auf Datenströmen (Streams) basierendes Protokoll, ergänzt um Verschlüsselungsmechanismen, erlaubt die Entwicklung von GIS-Clients, die die volle Funktionalität des Servers nutzen.

Eine CORBA-konforme Schnittstelle erlaubt die Entwicklung von Anwendungen, bei denen eine weiter-



*Geo-Server-Architektur mit WWW-Integration*

gehende Entkopplung von Client und Server erreicht wird. So können diese Clients in einer anderen Programmiersprache erstellt werden als die verwendeten Server. Der bereitgestellte Funktionsumfang ist jedoch eingeschränkt.

Über eine WWW-Schnittstelle werden geographische Daten und Java-Programme auf einem WWW-Server bereitgestellt. Java-fähige WWW-Browser sind damit in

der Lage, diese Java-Anwendungen zu laden und interaktiv geographische Anfragen zu stellen. Die generierten Anfragen werden an den Geo-Server weitergeleitet, woraufhin die geforderten Daten gesucht und über den WWW-Server zum Client geschickt werden. Dort werden Java-Anwendungen zur Präsentation der Anfrageergebnisse eingesetzt.

### Anwendungen

Vielfältige Anwendungen des Systems sind denkbar. Zunächst wird das im Rahmen des Projekts »Niedersächsisches Krebsregister« erstellte Auswertungssystem über eine Client-Komponente des GIS-Dienstes verfügen. Dadurch erhalten die dort tätigen Epidemiologen die Möglichkeit, vielfältige geographische Daten in ihre Untersuchungen einzubeziehen und werden so bei der Hypothesenfindung zur Deutung von Krebsclustern unterstützt. Doch auch andere Anwendungsgebiete und externe Interessenten werden ab 1998 mit InterGIS-Diensten unterstützt werden können. ■

### Projektleiter:

Prof. Dr. H.-J. Appelrath

### Ansprechpartner:

Dipl.-Inform. J. Friebe

Tel.: (04 41) 97 22-1 35

E-Mail: friebe@offis.uni-oldenburg.de

### Laufzeit:

ab 1/1996



*Prototyp der Visualisierungskomponente*

## Modellbildung und Entscheidungsunterstützung in vernetzten Wissensbereichen

In vielen Realitätsbereichen sind Entscheidungssituationen unübersichtlich und komplex. Vernetzte Einflußgrößen, unsichere oder unvollständige Informationen oder schwer kalkulierbare Neben- und Fernwirkungen können die Situationsanalyse, die Zielfindung und das Treffen geeigneter Maßnahmen erschweren. Beispiele solcher Gegenstandsbereiche sind etwa bestimmte Teilgebiete der Medizin (z. B. Umweltmedizin, Humangenetik) oder betriebswirtschaftliche Entscheidungssituationen.

Eines der Ziele qualitätssichernder Maßnahmen ist es, komplexe Situationen besser beherrschbar und Entscheidungsprozesse besser nachvollziehbar zu machen. So werden beispielsweise in verschiedenen Teilgebieten der Medizin qualitätssichernde Maßnahmen für eine rationelle Diagnostik, Therapie und Beratung gefordert. Diese Tätigkeiten können softwareseitig durch entsprechende wissensbasierte Diagnosesysteme unterstützt werden. Hierzu ist die Ausschöpfung aller relevanten Daten und des medizinisch relevanten Wissenskorpus notwendig.

Existierende Systeme zur Unterstützung des medizinischen Problemlösens geben diagnostische Empfehlungen, sie unterstützen jedoch nur in sehr eingeschränktem Maße diagnostisches Schließen und entsprechende Strategien. Darüber hinaus wird die Bildung und Revision von Erklärungsmodellen kaum unterstützt.

In dem OFFIS-Projekt MEDIKUS (Modellierung, Erklärung und Diagnoseunterstützung bei komplexen, unsicheren Sachverhalten) wird ein Software-Werkzeug zur Entscheidungs- und Diagnoseunterstützung entwickelt, das einen Beitrag zur Standardisierung und Dokumentation von Vorgehensweisen und zur Qualitätssicherung, speziell in unübersichtlichen, komplexen medizinischen Entscheidungssituationen, leisten kann. Hierzu gehören etwa das sequentiell-diagnostische Vorgehen von der Anamnese bis zum Bio- und Ambientmonitoring in der Umweltmedizin oder das zeitliche Ineinandergreifen von klinischer Diagnostik, empirischer Therapie und Komplikationsprophylaxe.

MEDIKUS verfügt über eine Modellierungskomponente, mit der der Anwender interaktiv und durch Hilfen unterstützt seine Sicht eines Sachverhalts darstellt. Die Modellierungskomponente besteht aus:

- einem linguistischen Modelleditor, der eine vereinfacht-natürlichsprachliche Darstellung von Sachverhalten ermöglicht und so die Modellbildung für den Anwender einfach und komfortabel macht.
- einem graphischen Modelleditor, in dem Modelle von Sachverhalten mit Hilfe des wahrscheinlichkeitstheoretischen Ansatzes der Bayes-Netze aufgebaut werden können. Unsicherheit von Wissen wird in MEDIKUS dementsprechend mit Wahrscheinlichkeiten repräsentiert. Die Graphen können auch aus den

vereinfacht-natürlichsprachlichen Beschreibungen erzeugt werden. Mit Hilfe des linguistischen und des graphischen Modelleditors können vernetzte, komplexe Sachverhalte komfortabel und explizit modelliert, vereinheitlicht dargestellt und kommuniziert werden.

- einer Komponente zur qualitativen Modellrevision. Die qualitative Modellrevision beruht auf (Un-) Abhängigkeitsurteilen, die aus diagnostischen Vorgehensstrategien gewonnen werden und die Selektivität des diagnostischen Schließens widerspiegeln. Diese diagnostischen Vorgehensschritte werden vom Anwender spezifiziert.
- einer Komponente zur quantitativen Modellspezifikation. Die quantitative Modellspezifikation und -revision kann zum einen in Form numerischer Information erfolgen. Zum anderen wird gegenwärtig an einem Ansatz zur Akquisition von Wahrscheinlichkeiten aus verbalen Beschreibungen von Sachverhalten und Relationen zwischen Sachverhalten geforscht. Dabei wird der Ansatz der Bayes-Netze genutzt, um die für ein Domänenmodell benötigten bedingten Wahrscheinlichkeiten aus verbalen Zusammenhangsbeschreibungen zu generieren. Die Generierung von Wahrscheinlichkeiten aus qualitativen Zusammenhangsbeschreibungen wird die Modellspezifikation insbesondere für die Anwender erheblich erleichtern, die in erster Linie an qualitativem Domänenwissen und seiner Nutzung interessiert sind, sowie für die Sachverhalte, für die objektive Daten nicht verfügbar sind.

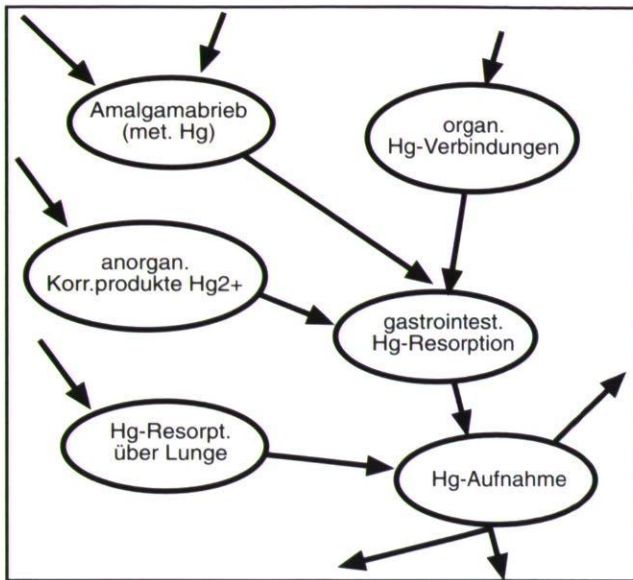
Neben der Modellierungskomponente verfügt MEDIKUS über eine Entscheidungsunterstützungskomponente. Mit den mit MEDIKUS formulierten Modellen lassen sich Applikationen in verschiedenen medizinischen Teilgebieten (gegenwärtig Umweltmedizin, Allergologie, Infektionen, Humangenetik) in Zusammenarbeit mit externen Experten erstellen. Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt einer Anwendung zu dem Thema Quecksilber (Hg). Auf der Basis der quantifizierten Domänenmodelle werden diagnostische Empfehlungen und Entscheidungshilfen bezüglich Diagnose (Anamnese, Biomonitoring, Ambientmonitoring), Beratung und Therapie angeboten. Dabei generiert MEDIKUS die diagnostischen, therapeutischen und die Beratung betreffenden Entscheidungen, die im Lichte der aktuell bekannten Fakten, also der Patientendaten, sinnvoll sind.

Eine Erklärungskomponente erklärt auf qualitativer und semi-quantitativer Ebene die Zusammenhänge zwischen Variablen und soll u. a. für die Begründung der Empfehlungen eingesetzt werden. Neben dem Einsatz von MEDIKUS als Beitrag zur Unterstützung der Qualitätssicherung und Dokumentation medizinischer Entscheidungen ist auch die Nutzung für ärztliche Fort- und Weiterbildungszwecke vorgesehen. Hierfür lassen sich die Applikationen auch online über Kommunikationsnetze einsetzen.

Gegenwärtig werden in Zusammenarbeit mit verschiedenen medizinischen Institutionen (u. a. Medizinisches Institut für Umwelthygiene, Düsseldorf) Anwen-

## Intelligente Problemlöseumgebung zur Erstellung pneumatischer Schaltungen

In dem Projekt wird eine intelligente Problemlöseumgebung im Bereich der Pneumatik entwickelt. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem DIHT (Deutscher Industrie- und Handelstag) sowie den regionalen Industrie- und Handelskammern durchgeführt. Die Problemlöseumgebung soll in der Ausbildung zum Industriemeister »Metall« eingesetzt werden. Die Auszubildenden müssen hier u. a. eine Sequenz von 30 Aufgaben der Prüfungs-, Aufgaben- und Lernmittelstelle (PAL) lösen. Bisher wird die Aufgabenbearbeitung mit Papier und Bleistift durchgeführt. Die Problemlöseumgebung soll eingesetzt werden, um interaktives Experimentieren, Hypothesentesten und direkte Rückmeldungen und Hilfen zu ermöglichen.



MEDIKUS-Applikation zu dem Thema Quecksilber (Ausschnitt)

dungen im Bereich der medizinischen Schadstoffexpositions- und -belastungsdiagnostik entwickelt und in Kürze erprobt. Es handelt sich hierbei um stoffspezifische Applikationen (u. a. Quecksilber, PCP etc.) Ein anderer medizinischer Anwendungsbereich betrifft die Entscheidungsunterstützung in ausgewählten Bereichen der Krankenhaushygiene.

Anwendungsfelder von MEDIKUS außerhalb der Medizin betreffen die Unterstützung von Recherchen in Wissensbanken, z. B. in der Theoretischen Physik (Universität Oldenburg, Fachbereich Physik) sowie die Entwicklung eines auf absatzwirtschaftlichen Szenarien basierenden Trainingsmoduls zum Entscheiden unter Unsicherheit (Projekt SHAFT: Strategische Handlungsflexibilität, gefördert vom Bundesinstitut für Berufsbildung, Berlin). Hierfür wurde MEDIKUS um Einflußdiagramme erweitert, eine Fortentwicklung von Bayes-Netzen, die die explizite Modellierung von Entscheidungskombinationen und ihren Bewertungen zuläßt. ■

### Projektleiter:

Prof. Dr. C. Möbus

### Ansprechpartner:

Dr. O. Schröder

Tel.: (04 41) 7 98-31-18

E-Mail: schroeder@offis.uni-oldenburg.de

### Laufzeit:

7/1994 bis 7/1998

### Konzeption

Das System basiert auf einer Theorie des Problemlösens und Wissenserwerbs, die davon ausgeht, daß entdeckendes Lernen und Eigenaktivität durch das Aufstellen und Testen von Hypothesen gefördert werden. Der Anwender bearbeitet vorgegebene Aufgaben und formuliert Hypothesen zur Korrektheit seiner Entwürfe. Das System untersucht die Hypothesen mit einer wissensbasierten Diagnosekomponente und gibt eine Rückmeldung sowie ggfs. Ergänzungs- und Korrekturvorschläge.

### Aufgabensequenz

Es wird eine Sequenz von Aufgaben mit aufsteigender Schwierigkeit bereitgestellt. Jede Aufgabe erwartet die Kenntnis bestimmter (weiterer) Konzepte aus der Pneumatik-Domäne. Eine Aufgabe wird in Form eines Funktionsdiagramms und einer verbalen Beschreibung (Situationsbeschreibung) dargeboten.

### Wissensbasierte Diagnose- und Erklärungskomponente

Um beliebige Entwürfe überprüfen zu können, muß die Diagnosekomponente über Wissen aus der Domäne der Pneumatik verfügen. Das dazu erforderliche Grundlagenwissen über das dynamische und statische Verhalten der Bauelemente und deren Vernetzung ist in die Diagnosekomponente integriert. Wenn die Korrektheit eines Entwurfs überprüft wird, berechnet das System das komplette mögliche Verhalten der Schaltung in Form eines Fallgraphen und vergleicht dessen Struktur mit den Anforderungen der Spezifikation (Funktionsdiagramm). Eine konzeptbasierte, statische Diagnosekomponente analysiert die Aufgabenstellung auf zu realisierende Konzepte. Dabei spielen sowohl Objekteigenschaften als auch die Zugehörigkeit von Objekten zu Funktionsgruppen eine Rolle. Eine konzeptbasierte Analyse des Entwurfs liefert die nötigen Daten, damit das System dem Auszubildenden Ergänzungs- und Korrekturvorschläge anbieten kann.



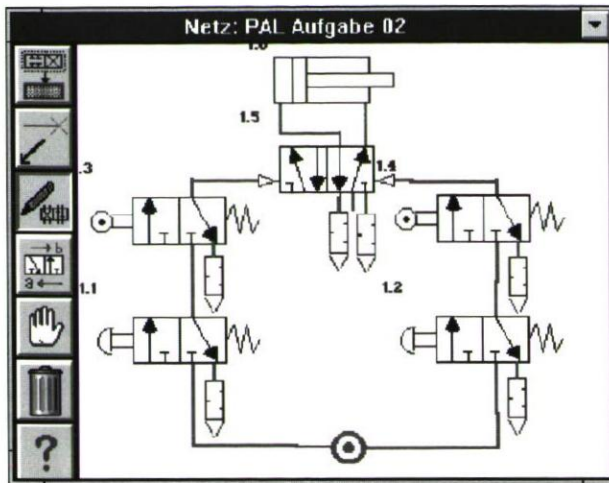


Abb. 1: Netzeditor (Lösungsentwurf PAL Aufgabe 02)

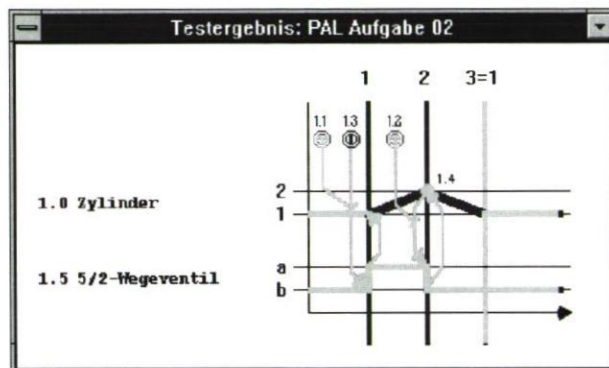


Abb. 2: Ergebnis der wissensbasierten Diagnose:  
Der Lösungsentwurf enthält noch Fehler (hier dunkel dargestellt).

### Arbeitsumgebung und Realisation

Wenn der Auszubildende aus der Aufgabensequenz die Aufgabe, die er bearbeiten möchte, ausgewählt hat, werden die Aufgabenstellung und ein leeres Arbeitsblatt dargeboten. Unter Zuhilfenahme der Entwurfswerkzeuge und der DIN-gemäßen Bauelemente konstruiert der Benutzer einen Lösungsentwurf (Abb. 1). Die Korrektheit des Entwurfs (oder eines Teils davon) kann jederzeit durch das Aufstellen und Testen von Hypothesen überprüft werden. Dazu werden bestimmte Bauelemente (vertikal) oder Ablaufschritte (horizontal) aus dem Funktionsdiagramm ausgewählt und die Hypothese formuliert, daß die Schaltung diese Aspekte der Spezifikation erfüllt. Als Rückmeldung (Abb. 2) werden die erfüllten Teile der Auswahl aus der Spezifikation grün (in Abb. 2 hell), die nicht erfüllten Teile rot dargestellt.

### Erweiterungen und Ausblick

Die Problemlöseumgebung wird gegenwärtig um folgende Komponenten erweitert:

- eine Simulationskomponente zur Visualisierung des Verhaltens von Schaltungen sowie
- eine Komponente zur Spezifikation von Aufgaben als Dozentenunterstützung. ■

### Projektleiter:

Prof. Dr. C. Möbus

### Ansprechpartner:

Prof. Dr. C. Möbus

Tel.: (04 41) 7 98-29 00

E-Mail: moebus@offis.uni-oldenburg.de

### Laufzeit:

4/1995 bis 4/1997

# Wissensbasiertes Computer Based Training zur Kunststoffherstellung

TAT (Try and Test) ist eine wissensbasierte Trainings- und Lernumgebung im Bereich Kunststoffchemie. Das System wird begleitend zu dem einschlägigen Lehrbuch und Nachschlagewerk »Franck: Kunststoff-Kompendium« (Vogel-Buchverlag, 1996) angeboten. Das Trainingssystem TAT soll den Lernenden beim Erwerb der grundlegenden Konzepte der Polymerisation unterstützen. TAT ermöglicht dem Leser, Inhalte des Buchs schnell umzusetzen und zu erproben und stellt damit eine kompetente Hilfe beispielsweise bei Prüfungsvorbereitungen dar.

## Konzeption

TAT ermöglicht entdeckendes Lernen. Der Lernende kann Strukturformeln von Molekülen und von Reaktionsgleichungen chemischer Prozesse in einem graphischen Editor konstruieren. Auf Anfrage seitens des Lernenden stellt TAT Hinweise und Hilfestellungen bereit. Der Lernende fordert Unterstützung vom System an, indem er Hypothesen über die Korrektheit seiner Entwürfe bildet und überprüfen lässt. TAT untersucht die Hypothesen mit einer wissensbasierten Diagnosekomponente und gibt Rückmeldungen mit abgestuftem Informationsgehalt, der zu Beginn minimal ist, um Selbsterklärungen des Lernenden zu fördern.

## Aufgabensequenz

Mit TAT kann der Lernende eine Sequenz von 61 Aufgaben durcharbeiten. Folgende Polymerisationsarten sind abgedeckt: Radikalische, anionische und kationische Polymerisation, ionische Polymerisation von Heterocyclen, Additions- und Kondensationspolymerisation, Polymerisation durch oxidative Kopplung und Copolymerisation. Weiterhin werden unterschiedliche Ergebnisse der stereospezifischen Polymerisation gegenüberstellend behandelt. Zu jedem Polymerisationstyp gibt es Aufgaben, deren Bearbeitung das Wissen über die grundlegenden Prinzipien der jeweiligen Reaktionsform vermittelt.

## Arbeitsumgebung

Über ein Menü wählt der Lernende die zu bearbeitende Aufgabe aus. Der Aufgabentext erscheint in einem Fenster. Die Lösungsbausteine, wie z. B. Atome und Bindungen, stehen in einer Bibliothek des graphischen Editors zur Verfügung. Möchte der Lernende seinen Lösungsentwurf (z. B. zur Aufgabe »Konstruktion der Strukturformel des Monomers Acrylnitril«) prüfen lassen, so ruft er die Diagnose von TAT auf (Abb. 1). Falls seine Hypothese nicht korrekt ist, erhält er zunächst die Rückmeldung: »Ihr Lösungsentwurf ist fehlerhaft«. Jetzt kann der Lernende den Fehler selbständig korrigieren. Falls er weitere Hilfe von TAT anfordert, wird in der nächsten Stufe auf die fehlerhafte Stelle hingewiesen

(Abb. 2). Auf weitere Anforderung werden die Fehlerkorrektur und die Ergänzungsvorschläge graphisch zurückgemeldet (Abb. 3). Schließlich kann der Lernende auf nochmalige Anfrage weitere Vervollständigungsvorschläge anfordern (an den verbleibenden Quadraten in Abb. 3).

## Projektleiter:

Prof. Dr. C. Möbus

## Ansprechpartner:

Prof. Dr. C. Möbus

Tel.: (04 41) 7 98-29 00

E-Mail: moebus@offis.uni-oldenburg.de

## Laufzeit:

4/1995 bis 12/1996

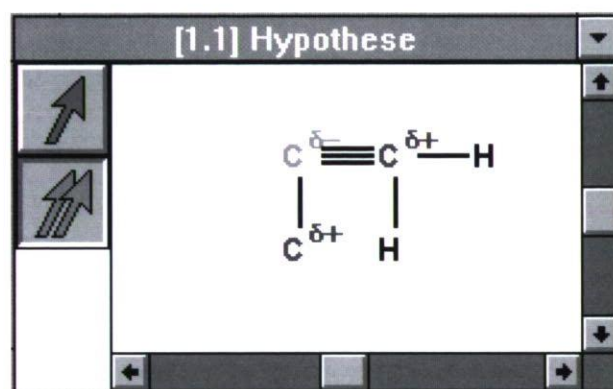


Abb. 1: Exemplarische Hypothese

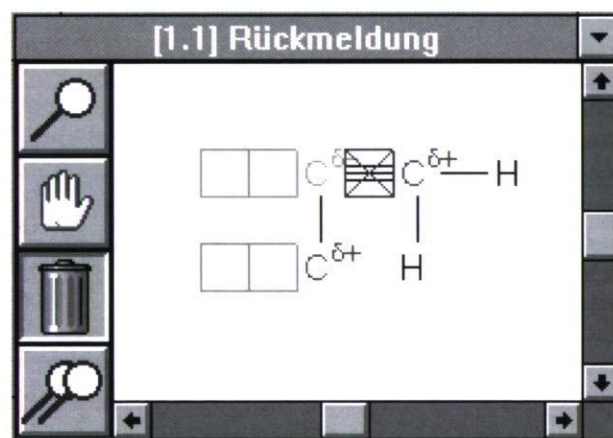


Abb. 2: Fehlerrückmeldung (Dreifachbindung fehlerhaft)

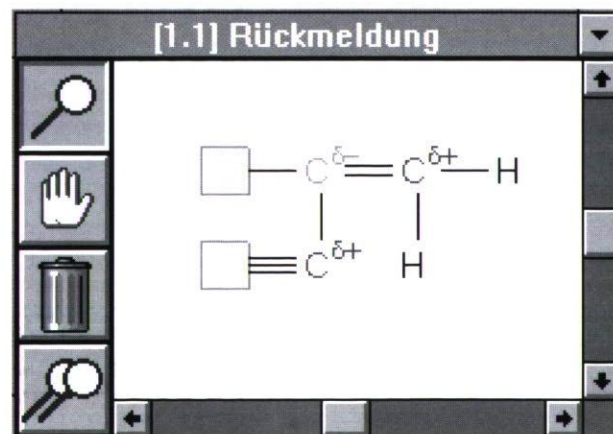


Abb. 3: Fehlerkorrektur und Ergänzungsvorschläge

## Strategische Handlungsflexibilität in absatzwirtschaftlichen Bereichen

In dem Projekt SHAFT (Strategische Handlungsflexibilität) werden Prozesse des Planens, Entscheidens und Handelns in komplexen, mit Unsicherheit behafteten Situationen aus dem Bereich Absatzwirtschaft untersucht. Hierauf aufbauend wird ein Trainingsprogramm zur Förderung strategisch flexiblen Handelns in absatzwirtschaftlichen Entscheidungssituationen entwickelt. Das im Auftrag des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB), Berlin, durchgeführte Projekt gliedert sich in drei Teilaspekte:

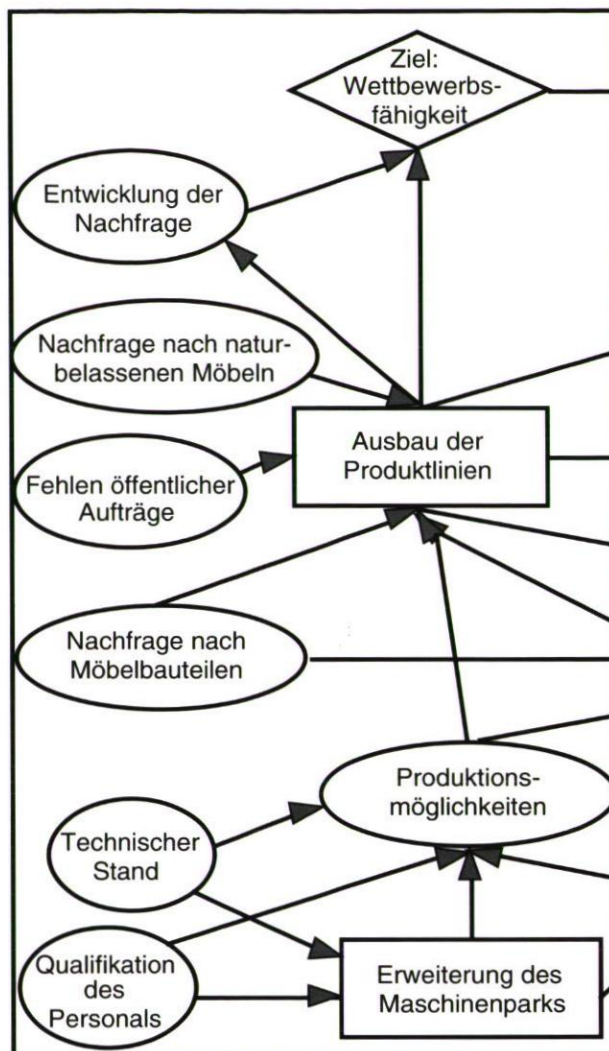
- Analyse relevanter Problemsituationen sowie des Handlungsrepertoires von in der Absatzwirtschaft tätigen Personen.

Auf der Basis von Interviewmaterialien werden Probleme und Handlungsmöglichkeiten zu den Bereichen Zielfindung, Planung, Ideenfindung, Entscheidung und Selbstreflexion untersucht. Dabei sollen nach Berufsgruppen und Personenmerkmalen differenzierte Hypothesen über bevorzugte Handlungsmuster, verfügbare Handlungsmöglichkeiten und typische Problemsituationen gewonnen werden.

- Weiterentwicklung eines Trainingsprogramms »strategische Handlungsflexibilität« mit Neukonzeption einer Trainingseinheit »Entscheidungsprozesse unter Unsicherheit«.

Ziel soll es sein, ein vorhandenes Programm zum Training von Strategien und von flexiblem Handeln in Entscheidungssituationen im Sinne einer höheren Durchführungsobjektivität und einer leichteren Einsetzbarkeit im Betrieb teils weiterzuentwickeln, teils neu zu konzipieren. Das Training umfaßt u. a. die Vermittlung von Strategien zum Umgang mit Komplexität und eine Übersicht über häufige Denk- und Planungsfehler in komplexen Situationen. Hinzu kommt eine Einheit zum Training von Entscheidungsprozessen unter Unsicherheit, die im Projekt neu konzipiert wird. Dafür werden absatzwirtschaftliche Szenarien oder Problemstellungen entwickelt und mit dem Formalismus der Einflußdiagramme implementiert und ausgewertet. Die Abbildung stellt einen Ausschnitt eines Szenarios aus dem Bereich der Möbelindustrie dar. Einflußdiagramme stellen eine Erweiterung der im Projekt MEDIKUS eingesetzten (probabilistischen) Bayes-Netze um Entscheidungs- und Bewertungsknoten dar. Das Projekt SHAFT baut damit auf Ergebnisse des Projekts MEDIKUS auf. Aufgabe des Lernenden ist es, für jedes Szenario Entscheidungskombinationen vorzuschlagen. Der Lernende erhält Rückmeldung und gegebenenfalls Erklärungen bezüglich der Qualität der von ihm vorgeschlagenen Entscheidungskombinationen. Das Trainingsprogramm soll von interessierten Unternehmen ohne Rückgriff auf externe Trainer eingesetzt werden können.

- Erprobung und Evaluation des Trainingsprogramms. Im Anschluß an die Weiterentwicklung und teilweise Neukonzeption des Trainingsprogramms ist seine empirische Erprobung und Evaluation vorgesehen. ■



*Ausschnitt eines absatzwirtschaftlichen Szenarios,  
repräsentiert als Einflußdiagramm*

**Projektleiter:**

Prof. Dr. C. Möbus

**Ansprechpartner:**

Dr. O. Schröder

Tel.: (04 41) 7 98-31 18

E-Mail: schroeder@offis.uni-oldenburg.de

**Laufzeit:**

7/1996 bis 7/1997

# Interaktive Modellrekonstruktion aus digitalen Bildern

Ziele des Projektes sind die Konzeption, die Realisierung und die Evaluation eines Werkzeuges für die interaktive Rekonstruktion dreidimensionaler geometrischer Modelle realer Objekte aus digitalen fotografischen Bildern. Dazu wird ein einheitliches Konzept zur Integration der einzelnen Aufgaben im Rahmen des Prozesses der Geometrie-Rekonstruktion eingeführt.

Das Werkzeug unterstützt den Benutzer sowohl durch geeignete Darstellungs- und Interaktionstechniken als auch durch adäquate Methoden und Modellen bei der Lösung seiner Aufgaben. Es wird für Benutzer aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen (z. B. Architektur, Denkmalschutz, Archäologie, Werbung) mit verschiedenen Fachkenntnissen und Erfahrungen im Umgang mit interaktiven rechnergestützten Systemen entwickelt. Deshalb ist als eines der wichtigen Entwicklungsziele des Projektes IMOR-3D – neben der Aufgabenintegration und der Offenheit des Systems, die Inhomogenität und die Breite des potentiellen Benutzerkreises bei der Gestaltung der Benutzungsschnittstelle zu beachten und ein hohes Maß an Gebrauchstauglichkeit zu gewährleisten.

## Einstieg

Die Geometrie-Rekonstruktion in IMOR-3D basiert auf Gruppen von digitalen Grauwertbildern, die von unterschiedlichen Kamerastandorten aufgenommen worden sind. Die digitalen Bilder können mit digitalen synchronen oder asynchronen Kameras aufgenommen sowie durch das Digitalisieren von Film- oder Papierbildvorlagen erzeugt worden sein. In beiden Fällen wird angenommen, das sich die mit Hilfe einer Kamera realisierte Objektabbildung durch Zentralprojektion grob approximieren läßt. Abweichungen von der Zentralprojektion werden durch Objektivverzeichnungen und Bilddeformationen bedingt und durch ein Verzeichnungs- bzw. ein Deformationsmodell berücksichtigt.

Die Rekonstruktion der dreidimensionalen Koordinaten eines Objektpunktes erfolgt durch das Erfassen der zu ihm korrespondierenden Bildpunkte aus einer Gruppe von Bildern. Sie setzt voraus, daß diese Punkte in den Bildern erkannt werden können. Ferner müssen die Standorte der entsprechenden Kameras, die Modelle ihrer Zentralprojektionen und ihrer Verzeichnungen sowie die Deformationsmodelle der Bilder bekannt sein. Die Rekonstruktion komplexer geometrischer Modelle wird auf das Erfassen von einfachen geometrischen Objekten in den Bildern zurückgeführt. Dabei ist auf die unter Umständen nicht vernachlässigbaren Objektivverzeichnungen und Bilddeformationen zu achten. Um die Voraussetzungen für ihre korrekte Erfassung zu schaffen, werden Verzeichnungs- und Deformationskorrekturen der digitalen Bilder durchgeführt.

Für die Validierung des rekonstruierten Modells werden mit Hilfe virtueller Kameras virtuelle fotografische Bilder (Modellbilder) erzeugt. Dabei sind die Abbil-

dungseigenschaften der virtuellen Kameras durch die ermittelten Modelle der für die Bilderfassung eingesetzten Kameras und Objektive festgelegt. Die Modellbilder enthalten graphische Darstellungen der Komponenten des geometrischen Modells. Die Validierung kann von einem Menschen durchgeführt werden, in dem er entscheidet, ob die fotografischen Objektbilder und die virtuellen Modellbilder in seinem Sinne übereinstimmen.

## Konzeptioneller Rahmen

Für die einheitliche Beschreibung der geometrischen Beziehungen zwischen einem Rekonstruktionsobjekt und den benutzten Kameras, deren Objektiven sowie deren Standorten werden in IMOR-3D die Metaphern Studio, Aufnahmestation, Ansicht und Szene eingeführt. Das Studio ist ein virtuelles Objekt, das das Koordinatensystem für das zu rekonstruierende geometrische Modell und für die Beschreibung der Parameter der Kamerastandorte festlegt (Abb. 1).

Das Rekonstruktionsobjekt befindet sich in einem solchen Studio. Im selben Studio befinden sich ferner mehrere Aufnahmestationen, mit deren Hilfe digitale Bilder (Originalbilder) erfaßt werden können, die unterschiedliche Ansichten des Rekonstruktionsobjekts darstellen. Ansichten können in Szenen zusammengefaßt werden, damit szenenbezogene Modelle rekonstruiert werden können. Die Aufteilung der Ansichten in Szenen kann einerseits aufgrund der geometrischen Eigenschaften des Rekonstruktionsobjektes erfolgen (z. B. konstante Form und Lage des Rekonstruktionsobjekts – Verformungen und Lageveränderungen eines Objekts werden in einer Serie von Szenen durch Bilder dokumentiert), andererseits aufgrund anderer Aspekte des Rekonstruktionsobjekts bedingt sein und beispielsweise der Rekonstruktion von szenenbezogenen Modellen nach unterschiedlichen Themen dienen. Diese Zusammenhänge sind in Abbildung 2 veranschaulicht.

Jede Aufnahmestation ist mit einer Kamera ausgerüstet und wird durch ein Modell charakterisiert, das drei Teilmodelle gruppiert: Modell der Lage und der Orientierung, Kameramodell und Objektivmodell. Ein Originalbild ist ein digitales Bild, das mit Hilfe einer Aufnahmestation aufgenommen worden ist und eine Ansicht des Rekonstruktionsobjekts darstellt. Ein Originalbild weist im allgemeinen Fall Verzeichnungen und Deformationen auf. Während die Verzeichnungen objektiv- bzw. aufnahmestationsspezifisch sind, können die Deformationen auch bildspezifisch sein. Aus einem Originalbild können deformationsfreie sowie deformations- und verzeichnungsfreie Bilder erzeugt werden.

## Geometrisches Modellieren

In IMOR-3D werden geometrische Modelle im Rahmen von Projekten erstellt. In einem Projekt werden die für die Geometrie-Rekonstruktion relevanten Aufnahmestationen, Ansichten bzw. Szenen sowie die rekonstruierten geometrischen Modelle verwaltet. Bei den geometrischen Modellen wird zwischen szenenbezogenen und projektbezogenen Modellen unterschieden. Ein szenenbezogenes geometrisches Modell beschreibt relevante

geometrische Merkmale eines Rekonstruktionsobjekts. Um Bewegungen bzw. Verformungen oder unterschiedliche Aspekte des Rekonstruktionsobjekts zu modellieren, können in IMOR-3D mehrere szenenbezogene geometrische Modelle erstellt und zu einem projektbezogenen Modell zusammengesetzt werden. In IMOR-3D sind zwei Typen von projektbezogenen Modellen vorgesehen: »zeitliche« Konkatenation und »räumliche« Vereinigung von szenenbezogenen geometrischen Modellen. Das geometrische Modellieren wird auf das Erstellen szenenbezogener Modelle zurückgeführt, die durch Konkatenation oder Vereinigung zu Projektmodellen kombiniert werden können. Die geometrischen Modelle in IMOR-3D basieren auf einem non-manifold Repräsentationsschema, das Geometrischer Zellkomplex genannt wird. Der Geometrische Zellkomplex ist ein topologischer Komplex, in dem den topologischen Zellen geometrische Eigenschaften zugewiesen werden. Es werden null-, eins-, zwei- und dreidimensionale Zellen definiert, die für die Beschreibung komplexerer geometrischer Objekte wie Kurven, Flächen und Körper benutzt werden. Das Erstellen geometrischer Modelle erfolgt durch die Anwendung spezieller Operationen für die Manipulation der topologischen und geometrischen Eigenschaften des Modells. Durch dieses Repräsentationsschema wird angestrebt, sowohl das interaktive als auch das automatische Erstellen geometrischer Modelle unterstützen zu können.

### Rekonstruktionsprozeß

In IMOR-3D beginnt die Rekonstruktion des geometrischen Modells eines Rekonstruktionsobjekts mit der Einrichtung eines Projektes. Diese umfaßt die Festlegung von Aufnahmestationen innerhalb eines Studios, die Festlegung von Szenenansichten sowie die Wahl des Projekttyps. Die Geometrie-Rekonstruktion kann nach Ermittlung der Parameter von Aufnahmestationen und der Eintragung in die Abbildung 2 erfolgen.

Beim Hinzufügen einer Aufnahmestation in ein Projekt werden ihren Parametern vordefinierte Werte zugewiesen. Diese stellen Parametervorgaben dar, die geändert werden können. Nach dem Hinzufügen von Szenenansichten sind noch Originalbilder mit ihnen zu assoziieren. Vor der Ermittlung der Parameter einer Aufnahmestation, sind einige Vorbereitungsarbeiten zu erledigen:

- Einstellen von Vorgaben für die Kameraparameter der Aufnahmestationen (Sensortyp und Parameter des Koordinatensystem-Referenzobjekts)
- Ermittlung von Deformationsmodellen zu den mit der Aufnahmestation erfaßten Originalbildern (bzw. zu den entsprechenden Originalaufnahmen)
- Erzeugen von deformationsfreien Bildern bzw. Aufnahmen.

Die zu ermittelnden Parameter einer Aufnahmestation sind ihre Objektivparameter und die Parameter ihrer äußeren Orientierung. Ihre Werte können einerseits aufgrund von korrespondierenden Objekt- und Bildpunkten berechnet werden, andererseits können diese Werte aus einer früheren Kalibrierung vorliegen und müssen den Parameter zugewiesen werden. Der zweite Fall kommt

selten vor, wird aber in IMOR-3D berücksichtigt. Die Vorbereitung der Berechnung im ersten Fall umfaßt:

- Erfassen von Paßpunkten (Objektpunkte mit bekannten Koordinaten)
- Erfassen von Bildpunkten in deformationsfreien Bildern
- Ermitteln der Korrespondenz zwischen Bildpunkten und Objektpunkten
- Erfassen von Näherungswerten der zu ermittelnden Parameter.

Die Ermittlung dieser Parameter wird durch die Durchführung einer Berechnung abgeschlossen. Mit Hilfe der Objektivparameter wird ein Verzeichnungsmodell gebildet. Als Vorbereitung für die Rekonstruktion des geometrischen Modells des Rekonstruktionsobjekts werden mit Hilfe des ermittelten Verzeichnungsmodells deformations- und verzeichnungsfreie Bilder (bzw. Aufnahmen) erzeugt.

### Die Geometrie-Rekonstruktion

Die Rekonstruktion des geometrischen Modells erfolgt in zwei Schritten:

- Erstellen von szenenbezogenen geometrischen Modellen. Dies umfaßt: Erfassen geometrischer Primitive in deformations- und verzeichnungsfreien Bildern, Festlegen der Korrespondenz zwischen den erfaßten Primitiven, Ermitteln der dreidimensionalen Äquivalenten der geometrischen Primitive und Zusammensetzen der Primitive zu komplexen geometrischen Modellen sowie
- Erzeugen von projektbezogenen geometrischen Modellen.

Die Geometrie-Rekonstruktion erfolgt interaktiv. IMOR-3D bietet für die Erfassung geometrischer Merkmale und das Festlegen ihrer Korrespondenzen geeignete Interaktions- und Visualisierungstechniken. Ferner wird durch das Repräsentationsschema für die geometrische Modellierung sowohl die interaktive Geometrie-Rekonstruktion als auch eine mögliche Automatisierung unterstützt.

Die Visualisierungstechniken spielen im Prozeß der Erfassung des geometrischen Modells eines Rekonstruktionsobjekts eine wichtige Rolle. Sie tragen dazu bei, daß drei Typen von Interaktionsräumen zur Geometrie-Rekonstruktion angeboten werden können:

- virtuelle dreidimensionale Interaktionsräume,
- dreidimensionale Interaktionsräume und
- zweidimensionale Interaktionsräume.

Die Visualisierung eines geometrischen Modells in virtuellen dreidimensionalen Interaktionsräumen wird durch stereoskopische graphische Darstellung realisiert.

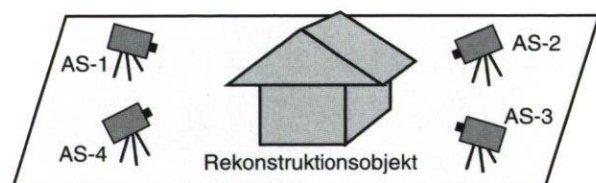


Abb. 1: Studio, Rekonstruktionsobjekt und Aufnahmestationen

Projekt			
Projekttyp: <input type="radio"/>		Projekt-Ansichten: ▼	
Studio	Szenen		
Aufnahmestationen	Szene-1	Szene-2	
Aufnahmestation-1	Ansicht-11	Ansicht-12	↓
Aufnahmestation-2	Ansicht-21	Ansicht-22	
Aufnahmestation-3	Ansicht-31	Ansicht-32	
Aufnahmestation-4	Ansicht-41	Ansicht-42	
			↑
	←		→ □

Abb. 2: Studio, Aufnahmesituation, Szenen und Ansichten

In den dreidimensionalen und zweidimensionalen Interaktionsräumen werden die geometrischen Modelle monoskopisch graphisch dargestellt. Die graphischen Modelldarstellungen können in allen Fällen mit Darstellungen von entsprechenden Objektbildern gemischt werden. Für die Unterstützung der Interaktion in virtuellen dreidimensionalen Räumen wird in IMOR-3D die Möglichkeit angeboten, aus monoskopischen Bildpaaren stereoskopische Bildpaare zu erzeugen. Darüber hinaus können Ansichten des Rekonstruktionsobjekts erzeugt werden, mit denen keine Originalbilder assoziiert sind.

Durch die dreidimensionalen Interaktionsräume werden Voraussetzungen für eine schnelle Erfassung dreidimensionaler geometrischer Modelle geschaffen. In einem dreidimensionalen Interaktionsraum kann man dreidimensionale geometrische Primitive erfassen – dadurch erübrigt sich das explizite Festlegen der Korrespondenz zwischen geometrischen Primitiven, die in zweidimensionalen Räumen erfaßt worden sind. Die so erfaßten Modelle können unter Umständen unpräzise sein. Das Präzisieren kann aber durch Interaktion in zweidimensionalen Interaktionsräumen erfolgen. Zu diesem Zweck bietet IMOR-3D auch die Positionierung geometrischer Primitive mit Unterpixelgenauigkeit. ■

**Projektleiter:**

Prof. Dr. P. Gorny

**Ansprechpartner:**

Prof. Dr. P. Gorny

Tel.: (04 41) 7 98-29 01

E-Mail: gorny@offis.uni-oldenburg.de

**Laufzeit:**

1/1995 bis 12/1996

# Forschungsbereich 2: Kommunikationssysteme

In diesem Forschungsbereich sollen spezifische Umgangsformen mit EDV-Information unterschiedlicher Zugangsform erforscht, entwickelt und angewendet werden. Schwerpunkte sind das kooperative Arbeiten im Zusammenwirken mit Konzepten zur Systemintegration und zum Systemmanagement, um sowohl informationsverarbeitende Vorgänge standortunabhängig auszuführen, als auch solche gemeinsam und gleichzeitig von verschiedenen Arbeitsplätzen zu nutzen.

Der Forschungsbereich »Kommunikationssysteme« stellt sich speziell diesen Anforderungen, indem Untersuchungen zu folgenden Bereichen durchgeführt werden:

- Anwendungen offener Kommunikationssysteme (kooperatives Arbeiten)  
Computerunterstützte Informationsverarbeitung führt gegenwärtig lediglich zu einer gesteigerten Produktivität einer einzelnen Person oder eines einzelnen Arbeitsplatzes. Bei arbeitsteiligen Vorgängen ist jedoch eine beträchtliche Anzahl von Aktivitäten innerhalb und zwischen Organisationseinheiten auf einen Informationsaustausch sowie auf ein abgestimmtes Arbeiten (Gruppenarbeit) gerichtet. Diese Aktivitäten könnten ebenfalls durch Computer unterstützt werden, was schließlich zur computerunterstützten kooperativen Arbeit (CSCW – Computer Supported Cooperative Work) führt und somit ein interpersonelles Arbeiten erlaubt.
- Betrieb offener Kommunikationssysteme (Network Management)  
Das Problem hier ist, daß neue Instrumente zur kooperativen Bearbeitung von Information nur greifen können, wenn der Anwender gleichzeitig ein Gefühl von Verlässlichkeit und nachvollziehbarer Funktionsfähigkeit eines zugrundeliegenden Kommunikationssystems erwerben kann, wobei sich die Qualität oder Güte eines Kommunikationssystems durch verschiedene, zum Teil widersprechende Leistungsmerkmale auszeichnen muß. ■

## Management von Rechnernetzen

### Zielsetzung

Der Schwerpunkt des OBERENE-Projekts (Oldenburger System zum Betrieb von Rechnernetzen) lag in der Erforschung der Möglichkeiten der Verwaltung (Management) von Rechnernetzen über öffentliche Kommunikationswege. Es sollte ein Szenario analysiert und behandelt werden, welches eine insbesondere in der Weser-Ems-Region häufig anzutreffende Konstellation – kleine Betriebe mit kleinen Rechnernetzen, die kein eigenes Administrationspersonal einsetzen können – berücksichtigt. Durch ein »abgesetztes« Management der jeweiligen Rechnernetze über das öffentliche Kommunikationsnetz, wie ISDN oder DATEX-P, könnte diese Aufgabe an einen Dienstleister übertragen werden (Outsourcing).

### Durchgeführte Arbeiten

Im Jahr 1996 wurden verschiedene Arbeiten zur Konsolidierung der seit Projektbeginn 1992 erzielten Ergebnisse durchgeführt. Insbesondere wurden Konzepte betrachtet, welche

- das Management von Rechnernetzen automatisieren,
- die Leistungsanforderungen an ein öffentliches Netz, über das ein lokales Netz verwaltet werden soll, bestimmen und optimieren,
- Sprachen zur Formulierung von Managementaufgaben spezifizieren und teilweise implementieren,
- Topologien von Rechnernetzen automatisch erkennen,
- alternative Anwendungen des Rechnernetzmanagements untersuchen (z. B. Gebäudeleitsysteme),
- unterschiedliche Managementansätze unterstützen (Multiprotokollagenten),
- die Sicherheitsanforderungen an das Remote Management analysieren.

Die untersuchten Ansätze sind recht unterschiedlich, wobei insbesondere die Automatisierung des Managements einen breiten Raum einnimmt. Dieses ergab sich zum einen aus der frühen Erkenntnis, daß die aufwendige Übertragung von Managementinformation über öffentliche Kommunikationsnetze dann minimiert werden kann, wenn keine überflüssige Information transportiert werden muß; befindet sich auf der Seite des zu überwachenden Netzes jedoch ein »intelligenter« Agent, so kann dieser viele Routineaufgaben selbsttätig übernehmen.

### Ergebnisse

Die Ziele dieses Projekts waren nicht primär die prototypische Implementierung eines solchen Managementsystems, sondern vielmehr die Untersuchung, ob ein solches System überhaupt realisiert werden kann und welche Möglichkeiten ein solches System über das

einfache Management hinaus bietet. Hier ist als besonderer Erfolg zu nennen, daß viele Konzepte zur Automatisierung des Managements von Rechnernetzen im Rahmen dieses Projekts erstmals angedacht und vielfach sogar implementiert wurden. Darüber hinaus konnte aber auch so viel Wissen über Managementsysteme gesammelt werden, daß deren Realisierung heute vielfach von »Nicht-Spezialisten« durchgeführt werden kann.

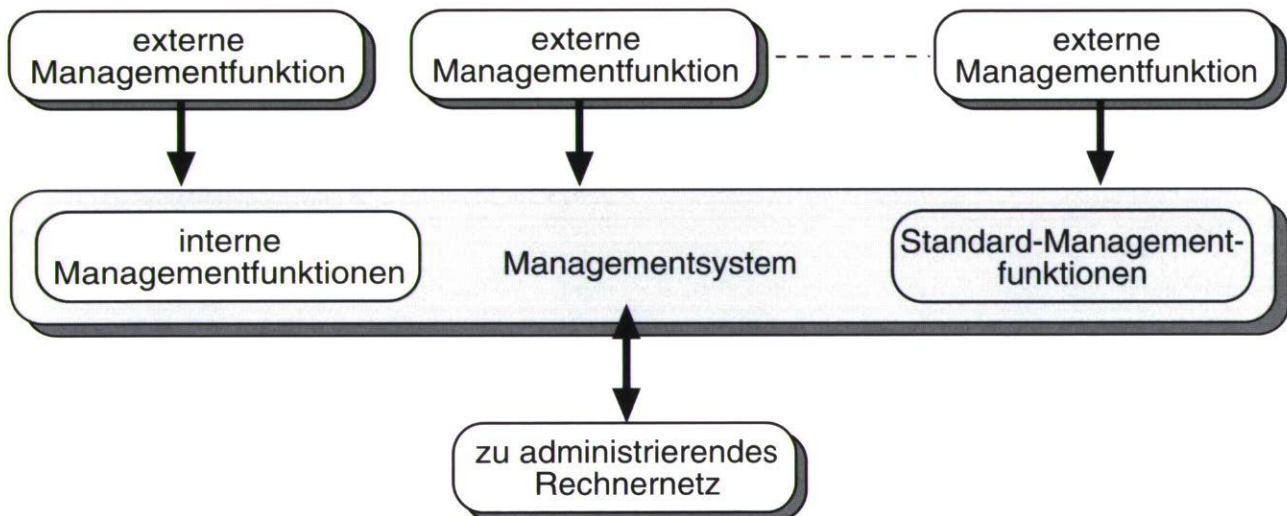
Interessant sind auch die erweiterten Anwendungen des Netzwerkmanagements, denn es zeigte sich, daß die Konzepte des Rechnernetzmanagements auch für weitere Einsatzgebiete verwendet werden können, insbesondere Gebäudeleitsysteme. Wenn bereits ein Rechnernetz als ein wesentlicher Teil einer betrieblichen Infrastruktur aufgefaßt werden kann, so können natürlich auch die jeweiligen Räumlichkeiten im Unternehmen dazu gerechnet werden. Die Administration beider Komponenten durch ein einheitliches Managementsystem bietet nun verschiedene Vorteile, von der Einsparung von Personal über die Verwendung homogener Ressourcen für verschiedene Aufgabenbereiche bis hin zur Integration weiterer Anforderungen in ein homogenes »Enterprise Management System«, wie Prozeßsteuerung oder Mitarbeiterverwaltung. Wenngleich im Rahmen des OBERENE-Projekts nur grundlegende konzeptionelle Arbeiten geleistet werden könnten, so entwickeln sich doch bereits jetzt hieraus weitere Ansätze, die im Rahmen von Anschlußprojekten verfolgt werden sollen.

Diese Fragestellung konnte im Rahmen des OBERENE-Projekts nur sehr allgemein betrachtet werden. Im Rahmen benachbarter Aktivitäten wurden aber Sicherheitskonzepte, insbesondere für das Internet, betrachtet.

### Konzeptionelle Arbeiten

Das OBERENE-Projekt verfolgte auch das Ziel, die sich im Netzwerkmanagement entwickelnde Terminologie und Technik zu analysieren und zu bewerten. Dieses führte zu einer Reihe konzeptioneller Untersuchungen, die jedoch noch nicht abgeschlossen sind. Hierzu gehörten die folgenden Arbeiten, die im Rahmen einer Dissertation weiter behandelt werden:

- Entwicklung von Modellen zur Beschreibung der Domäne des Rechnernetzmanagements. Hieraus sollen eine einheitliche Terminologie, eine systematische Aufzählung von Aufgaben des Rechnernetzmanagements sowie Methoden zur Bestimmung der durch das Management verursachten Kosten entwickelt werden.
- Untersuchung und Integration existierender Konzepte und Standards für das Netzwerkmanagement. Die existierenden Konzepte und Produkte weisen verschiedene Schwachpunkte auf. Insbesondere für das Management verteilter Rechnernetze existieren keine Lösungen. Es ist daher zu untersuchen, wo die Schwachstellen heutiger Managementwerkzeuge liegen und welche Mechanismen in Management-



*Erweiterung der Funktionalität von Managementsystemen*

Ein weiterer Schritt zur Unterstützung des Managements besteht in der zunehmenden Automatisierung des Netzwerkmanagements. Dazu wurden zunächst allgemeine Untersuchungen zu Expertensystemen durchgeführt, wobei besonders eingehend die fallbasierten Expertensysteme betrachtet wurden. Außerdem wurden »Trouble-Ticket«-Konzepte analysiert und realisiert, die sich mittlerweile auch in kommerziellen Managementsystemen wiederfinden. Das zeigt, daß die in OBERENE angedachten Konzepte durchaus praxistauglich sind.

Einen wichtigen Punkt bei der Kommunikation über das öffentliche Netz stellt natürlich die Sicherheit dar.

systemen zum Betrieb heterogener, räumlich weit verteilter Rechnernetze weiterverwendet bzw. weiterentwickelt werden können.

- Aussagen über die Eignung von Methoden aus der künstlichen Intelligenz für die Anwendung im Rechnernetzmanagement.

Da es sich bei der Administration von Rechnernetzen um eine umfassende Aufgabe handelt, die in der Praxis oft nicht zu überblicken ist, müssen Programme zum Rechnernetzmanagement in der Lage sein, dem Rechnernetzadministrator Aufgaben verschiedener Komplexitätsgrade abzunehmen oder sie ihm zu



## Innovative Techniken zum computerunterstützten kooperativen Arbeiten

erleichtern. Für die möglichst weitgehende Automatisierung des Managements scheinen Methoden der Expertensysteme und des maschinellen Lernens geeignet zu sein. Es ist also zu untersuchen, ob und wie solche Methoden für das Netzwerkmanagement nutzbar gemacht werden können.

- Konzeption und Realisierung eines Systems zum zentralen Management mehrerer heterogener, räumlich getrennter Rechnernetze.  
Um die Methoden, Konzepte und Mechanismen, die in den übrigen Arbeiten des Projekts entwickelt wurden, zu erproben, müssen Managementwerkzeuge entwickelt und eingesetzt werden. Wo geeignet, sollen hier auch bereits bestehende Methoden einfließen.
- Erarbeitung von Aussagen über wünschenswerte Standardschnittstellen, die von Betriebssystemen für das Rechnernetzmanagement zur Verfügung gestellt werden sollten.  
Die Schnittstellen, die von zu betreibenden Systemen heute bereitgestellt werden, reichen nicht aus, um Netzwerkmanagementwerkzeuge in vollem Umfang zu unterstützen. Aufgrund von Erfahrungen, die im Rahmen des Projekts bei der Implementierung von Managementwerkzeugen gemacht werden, soll diese Aussage konkretisiert werden.

### Schlußbemerkungen

Im Verlauf der Arbeiten zum Projekt OBERENE wurden viele prinzipielle Schwachpunkte existierender Rechnernetz-Managementsysteme aufgedeckt, die aufgrund der beschränkten personellen Ressourcen trotz ihrer Wichtigkeit nicht behandelt werden konnten. Im Rahmen von Folgeprojekten sollen diese Untersuchungen jedoch fortgeführt werden. ■

### Projektleiter:

Prof. Dr. W. Kowalk

### Ansprechpartner:

Prof. Dr. W. Kowalk

Tel.: (04 41) 97 22-2 30

E-Mail: kowalk@offis.uni-oldenburg.de

### Laufzeit:

1/1992 bis 12/1996

Die Zusammenarbeit einer Gruppe von Personen zur Lösung eines gemeinsamen Problems wird kooperatives Arbeiten genannt. Beim computerunterstützten kooperativen Arbeiten (engl.: Computer supported cooperative work – CSCW) wird die Gruppe von Rechnersystemen und moderner Kommunikationsinfrastruktur unterstützt. Dabei beschäftigen wir uns vor allem mit Beratungsszenarien, bei denen die Daten des Problems digitalisiert und an einen oder mehrere Experten übertragen werden. Danach diskutieren die Ratsuchenden und die Experten, wobei die Daten von beiden gleichzeitig gesehen und annotiert werden können (WYSIWIS – What you see is what I see). Im Jahr 1996 war von besonderem Interesse die Entwicklung und Implementierung eines optimistischen Synchronisationsansatzes und der Aufbau von Evaluationskriterien im Bereich der Telemedizin.

### Optimistische Synchronisation

Beim synchronen kooperativen Arbeiten sind mehrere Benutzer zur gleichen Zeit aktiv. Operationen eines Benutzers (z. B. Annotieren eines Bildes) müssen bei allen weiteren Benutzern ebenfalls ausgeführt werden. Dabei können sich Operationen verschiedener Benutzer überlappen und zu inkonsistenten Daten oder Bildschirmdarstellungen führen. Die Beobachtung unserer Prototypen hat gezeigt, daß solche Konflikte relativ selten auftreten. Deshalb wurde für die relativ wenigen Konfliktfälle ein optimistischer Synchronisationsalgorithmus entwickelt.

Die Grundidee einer optimistischen Synchronisation lautet nach Tanenbaum:

»Fahre fort mit dem, was immer du willst, und kümmer dich dabei nicht um andere. Falls es ein Problem gibt, befasse dich später damit.«

Beim synchronen kooperativen Arbeiten können deshalb die Benutzer uneingeschränkt Operationen initiieren; in einer Validierungsphase wird anschließend geprüft, ob Konflikte aufgetreten sind. Erkannte Konflikte werden behoben, indem für parallel ausgelöste konfliktbehaftete Operationen eine Reihenfolge bestimmt wird. Diese Reihenfolge wird meistens durch Rücknahme von Operationen und Wiederausführen in anderer Reihenfolge implementiert.

Für die Bewertung von Synchronisationsmethoden sind einige Kriterien zu beachten. Für den Initiator einer globalen Operation ist die Antwortzeit seines lokalen Systems relevant. Diese Zeit sollte nicht erheblich über der Antwortzeit einer lokalen Anwendung liegen. Wenn alle Operationen zunächst von der Synchronisationskomponente gefiltert werden (wie z. B. bei zentralisierten Ansätzen), ist die Antwortzeit relativ hoch. Der optimistische Ansatz führt lokale Operationen direkt aus, so daß sich keine Verzögerung ergibt.

Bei entfernten Benutzern soll die Nachricht ebenfalls

so schnell wie möglich ausgeführt werden. Die Benachrichtigungszeit wird durch die Netzwerkübertragungszeit und die Verweildauer einer Nachricht in der Synchronisationskomponente bestimmt. Bei zentraler Synchronisation werden die Nachrichten zunächst immer an zentraler Stelle synchronisiert und danach eine zusätzliche Nachricht an alle Partner gesendet. Bei der optimistischen Synchronisation wird die Nachricht dagegen direkt ausgeliefert.

Nicht alle Operationen müssen auf Konflikte überprüft werden. Einige Operationen stehen mit keiner weiteren Operation in Konflikt (z. B. entfernte Mauszeiger), andere Operationen stehen nur mit bestimmten Operationen in Konflikt. Deshalb werden bei dem optimistischen Ansatz sogenannte Konfliktklassen gebildet, die beschreiben, wann Operationen zueinander in Konflikt stehen. Wenn eine Operation zu keiner vorherigen Operation in Konflikt steht, wird sie direkt ausgeführt und braucht nicht synchronisiert werden.

### **Evaluation von Telemedizinanwendungen**

Kooperative Anwendungsprojekte aus der Telemedizin sollen die Behandlung der Patienten verbessern und Kosten sparen helfen. Zur Evaluation dieser Ziele müssen einige Kriterien beachtet werden müssen:

- Organisatorische Änderungen – Inwieweit wird in die Organisation von medizinischen Praxen und Krankenhäusern eingegriffen?
- Qualitätssicherung – Wie verändert sich die Qualität der medizinischen Versorgung?
- Kosten-, Nutzen- und Gewinnverteilung – Fallen Kosten und finanzieller Nutzen bei denselben Institutionen an? Kann man Gewinn erwarten?
- Rechtliche Bestimmungen – Wie ist der Datenschutz zu gewährleisten? Wie ist die Verantwortlichkeit bei den Ärzten geregelt?
- Technische Bedingungen – Wie zuverlässig ist der Dienst? Ist er einfach zu benutzen?

Zur Beurteilung obiger Kriterien müssen u. a. Fragebogen entwickelt und Nutzer beobachtet werden. Um die organisatorischen Änderungen innerhalb eines Krankenhauses beurteilen zu können, muß das Rollenverhalten der einzelnen Nutzer des kooperativen System identifiziert werden. So wird z. B. die Vorbereitung von Konferenzen häufig von medizinisch-technischen Assistenten durchgeführt, die Informationen sammeln und an den jeweiligen Konferenzpartner übertragen. Durch den Einsatz von Rechnern in der Ausbildung sind z. B. vor allem jüngere Ärzte mit den neuen Informations- und Kommunikationsmitteln vertraut. Diese wenden deshalb die modernen Möglichkeiten zur rechnergestützten Kommunikation selber an, so daß hier sicherlich ein Wandel der Organisationsstruktur zu erkennen ist.

Die Untersuchung der Qualitätssicherung erfolgt vor allem mit Hilfe von Fragebögen und Interviews mit den Ärzten. Bei einem Großversuch können auch Daten (Anzahl der Verlegungen, etc.) aus den Statistiken der medizinischen Einrichtungen gewonnen werden.

Die Analyse der Kosten- und Nutzenverteilung ist für alle innovative Anwendungen vor einer eventuellen

Markteinführung ein wichtiger Aspekt. Beim kooperativen Arbeiten im medizinischen Bereich ist diese Aufgabe komplizierter als in der freien Wirtschaft, da der medizinische Markt durch Gesetze und Absprachen teilweise reguliert ist. Insbesondere stehen Nutzen, Kosten und Gewinn häufig in keinem direkten Zusammenhang, da sie durchaus an unterschiedlichen Stellen anfallen können. Wenn z. B. durch die Nutzung einer kooperativen Beratungsmöglichkeit eine Verlegung eines Patienten vermieden werden kann, so spart nicht unbedingt das Krankenhaus Kosten, sondern die Krankenkasse. Das Krankenhaus muß aber in diesem Fall die Beratungskosten tragen.

Die eingesetzte Technik muß den Anforderungen der Nutzer genügen und finanzierbar sein. Breitbandnetze sind in vielen medizinischen Bildkommunikationsanwendungen sinnvoll, aber noch viel zu teuer und nicht ausgereift. Zur Nutzung von Schmalbandkommunikation müssen Kompromisse zwischen den Anforderungen der Ärzte und den realistischen technischen Möglichkeiten gefunden werden.

Diese Evaluationskriterien werden in den nächsten Jahren in verschiedenen weiterführenden Projekten (RETAIN, Niedersächsische Initiative zur Informations- und Kommunikationswirtschaft) zu untersuchen sein. ■

### **Projektleiter:**

Prof. Dr. P. Jensch

### **Ansprechpartner:**

Dipl.-Inform. A. Barth

Tel.: (04 41) 97 22-1 44

E-Mail: barth@offis.uni-oldenburg.de

### **Laufzeit:**

7/1992 bis 12/1996

## Telemedizin mit Hochgeschwindigkeitsnetzwerken

### TEN-IBC

Die Bedeutung einer effizienten Kommunikationsinfrastruktur für Lebensqualität und Wohlstand in einer modernen Industriegesellschaft wird in zunehmendem Maße auch von den politischen Entscheidungsträgern erkannt. Die Europäische Union hat daher im Zusammenhang mit den Maastricht-Verträgen zwei Forschungsprogramme initiiert, um die technischen, ökonomischen und rechtlichen Anforderungen an eine europaweite Kommunikationsinfrastruktur zu untersuchen. Diese beiden Forschungsprogramme, TEN-IBC (Trans European Networks - Integrated Broadband Communications) und TEN-ISDN, gliedern sich in Projekte auf, die jeweils unterschiedliche Marktsektoren betreffen: Nachrichtenwesen, Bildtelefonie, Anwendungen für Supercomputer, Modedesign, CAD/CAM, Multimedia-Marketing und medizinische Anwendungen, um nur einige zu nennen.

### RETAIN

RETAIN (Radiological Examination Transfer on ATM Integrated Networks) ist eines von zwei TEN-IBC-Projekten im medizinischen Bereich. Es untersucht Anwendungen für ATM-Hochgeschwindigkeitsnetzwerke in der Telemedizin/Teleradiologie. Die TEN-IBC-Projekte sind in mehrere Phasen aufgeteilt. In der ersten Phase (1994) wurde eine Analyse von Anwenderanforderungen und verfügbaren Technologien durchgeführt und davon ausgehend ein telemedizinischer Dienst definiert. In der zweiten Phase (1995) wurde dieser Dienst in eingeschränktem Maße erprobt, um die Durchführbarkeit zu demonstrieren. In der dritten Projektphase (1996) erfolgt eine intensivere Erprobung mit einer zweiten Systemgeneration, an der sich Radiologen, Neurologen und Neuroradiologen von sechs Kliniken in vier EU-Staaten beteiligen:

- Radiologie, CHRU Pontchaillou, Rennes (Frankreich),
- Neuroradiologie, Université de Paris VII, AP/HP Lariboisière (Frankreich),
- Radiologie, Städtische Kliniken Oldenburg,
- Neurologie, Rheinische Landes- und Hochschulklinik, Düsseldorf,
- Radiologie, Hospital Universitari Materno-Infantil Vall d'Hebron, Barcelona (Spanien),
- Abteilung für medizinische Bildverarbeitung, Hospitais da Universidade de Coimbra (Portugal).

Das Anwendungsszenario des RETAIN-Projekts ist die Konsultation eines Spezialisten bei schwierigen Fällen oder bei Notfällen (z. B. vor einer Verlegung des Patienten in eine Uniklinik). Das für diesen Zweck entwickelte Telekonferenzsystem ermöglicht den Ärzten:

- miteinander zu sprechen und dabei eine Bildverbindung zu haben (Bildtelefonie),
- digitale medizinische Bilder computergestützt gemeinsam zu betrachten und zu befunden sowie
- analoge Bildquellen (herkömmliche Bilder auf Film,

Ultraschall-Video oder Patientenkamera) in die Befundung miteinzubeziehen.



RETAIN-Konferenznetzwerk

Das System besteht aus einer Sun-Workstation, auf dem speziell für dieses Projekt entwickelte Software eine komfortable computerunterstützte kooperative Bearbeitung medizinischer Bilddaten ermöglicht, sowie einem ATM-Videocodec (Bildtelefon), das Bild und Sprache in einer dem Satellitenfernsehen vergleichbaren Qualität überträgt. Computer und Videocodec teilen sich dabei die verfügbare Übertragungskapazität des Netzwerks (10 Mbit/s werden benötigt).

### Ergebnisse

Eines der wichtigsten Argumente für den Einsatz von Breitbandnetzwerken in der Telemedizin ist das große Datenaufkommen. Eine typische CT-Serie benötigt unkomprimiert ca. 25-60 MByte. Eine deutliche Reduktion dieses Datenaufkommens ließe sich nur mit verlustbehafteten Kompressionsverfahren (z. B. JPEG) erreichen, die für diagnostische Zwecke aber ungeeignet sind, da kompressionsbedingte Störungen im Bild nicht im Detail vorhersagbar sind. In den Fällen, in denen eine »Offline«-Übertragung der Bilddaten (etwa über Nacht) möglich ist, kann auch mit ISDN ein akzeptables Ergebnis erreicht werden. Soll jedoch in Notfallsituationen eine Konferenz durchgeführt werden, um beispielsweise zu klären, ob ein Patient in eine Spezialklinik transportiert werden muß, müssen die Behandlungsdaten und Bilder »online« während der Konferenz übertragen werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Bewertung der Ärzte hinsichtlich der Einsetzbarkeit der verschiedenen Übertragungsverfahren für die medizinischen Bildtypen (Modalitäten). Diese Akzeptanzwerte wurden nach der Projektphase 1995 durch eine umfangreiche Befragung aller beteiligten Ärzte ermittelt. Die variierenden Werte spiegeln dabei die unterschiedlichen Auffassungen wider. ■

Anwendung	H.320	ETSI	Software
Netzwerk	ISDN	ATM	DICOM
Auflösung	360x288	768x576	1024x1024
Bilddarstellung	8 Bit (256)	8 Bit (256)	7 Bit (128)
Bildbearbeitung	-	-	12 Bit
Computer-Tomographie	++	o	++
Kernspin-Tomographie	o / ++	+	++
Digitale Subtraktive Angiographie	o / +	+	++
Computed Radiography	--	o	o / +
Digitalisiertes Röntgenbild	--	o	o / +
Ultraschall-Standbild	o	++	++
Mikroskop-Standbild	-- / +	o	+
Ultraschall-Video	-- / o	++	--
Medizinisches Video, Farbe	-- / o	++	--
Bildtelefonie	+	++	--
Dozent	+	++	--
Gruppe-zu-Gruppe Video	o	++	--

*Einsetzbarkeit von Übertragungsverfahren für  
medizinische Bildtypen*

**Projektleiter:**

Prof. Dr. P. Jensch

**Ansprechpartner:**

Dipl.-Inform. M. Eichelberg

Tel.: (04 41) 97 22-1 47

E-Mail: eichelberg@offis.uni-oldenburg.de

**Laufzeit:**

1/1994 bis 2/1997

## Normierung und Beratung für medizinische Bildkommunikation

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) ist eine internationale Norm, die den Austausch und die Weiterverarbeitung von medizinischen Bildern in digitaler Form erlaubt. Bildgebende Geräte (z. B. Computertomographen), Archivierungssysteme und Bildverarbeitungsplätze von unterschiedlichen Herstellern können in einem gemeinsamen Informationsverbund zusammengeschlossen und mit anderen Informationssystemen (z. B. Krankenhausinformationssysteme oder Radiologieinformationssysteme) integriert werden. Neue Möglichkeiten ergeben sich dadurch nicht nur innerhalb eines Krankenhauses sondern auch zwischen verschiedenen Krankenhäusern und zwischen Krankenhäusern und Arztpraxen. So ist es beispielsweise möglich, ein zentrales digitales Bildarchiv (PACS – Picture Archiving and Communications System) im Klinikum aufzubauen, in dem Bilder von digitalen bildgebenden Geräten verschiedener Hersteller gespeichert und für den Abruf durch radiologische Bildschirmarbeitsplätze innerhalb von Sekunden bereitgehalten werden.

**Normierung**

Innerhalb der Europäischen Union ist CEN/TC251 zuständig für Normierungen im Bereich »Medizinische Informatik«. 1996 wurden DICOM-Erweiterungen für »Modality Worklist Management« und »Committed Storage« verabschiedet. OFFIS war an diesen Arbeiten aktiv beteiligt.

**Testimplementierung**

Um die neueste DICOM-Normierungsarbeit zu unterstützen, hat OFFIS seine bestehende DICOM-Prototyp-Implementierung erweitert. Ein besonderer Schwerpunkt der erweiterten Implementierung ist die Unterstützung für den »Modality Worklist Management«-Dienst. Dieser neue DICOM-Dienst normiert eine Schnittstelle zwischen bildgebenden Geräten und medizinischen Informationssystemen. Normiert werden die notwendigen Informationsmodelle, Datenformate und Kommunikationsprotokolle, um Information über geplante Untersuchungen austauschen zu können. Solch eine Möglichkeit zum Informationsaustausch ist wichtig, um Geräte rational ausnutzen zu können und doppelte Dateneingaben und Fehlerquellen zu vermeiden. Der »Modality Worklist Management«-Dienst wurde zum ersten Mal weltweit von OFFIS und führenden Herstellern bildgenerierender medizinischer Geräte (z. B. Siemens, Philips und General Electric) auf der CAR '96 in Paris erfolgreich demonstriert. Diese Implementierung ist via Internet frei verfügbar (<http://www.offis.uni-oldenburg/projekte/di-com>) und unterstützt mehrere DICOM-Dienste, nicht nur das Modality Worklist Management. Mit Hilfe dieses Prototyps konnte mehrfach auf medizinischen Messen und Fachtagungen (RSNA '93, EuroPACS '94, RSNA '94, ECR '95, CAR '95, CAR '96) erfolgreich gezeigt werden, wie völlig unabhängig voneinander entwickelte Programme

zur medizinischen Bildverarbeitung (Bildverarbeitungsplätze, Bilddatenbanken, Druckdienste, usw.) auf der Basis von DICOM miteinander kommunizieren können.

### **Beratung**

Durch Normierungsaktivitäten, Prototyp-Implementierung und Industriedemonstrationen hat OFFIS reichlich an Erfahrungen gewonnen, die jetzt in der Form von Beratung und Wissenstransfer zur Verfügung stehen. OFFIS berät Unternehmen, die DICOM-Funktionalität nutzen wollen. Solche Beratungsaktivitäten sind sowohl regional als auch national und international gefragt. Aber nicht nur die Industrie profitiert von OFFIS-Erfahrung in diesem Bereich. Auch Krankenhäuser benötigen Hilfe, um den Weg zur digitalen Krankenakte offen zu gestalten. Hier spielt der Zugang zu digitalen Bildern natürlich eine wichtige Rolle.

### **Zusammenfassung**

Von der Verfügbarkeit von Normen profitiert sowohl das Gesundheitswesen als auch die Industrie. Auch andere OFFIS-Projekte im Bereich Telemedizin (z. B. RETAIN) nutzen die Möglichkeiten von DICOM. ■

### **Projektleiter:**

Prof. Dr. P. Jensch

### **Ansprechpartner:**

Dr. A. J. Hewett

Tel.: (04 41) 97 22-1 45

E-Mail: hewett@offis.uni-oldenburg.de

### **Laufzeit:**

seit 1/1993



## Forschungsbereich 3: Integrierte Hardware-Software-Systeme

Dieser Forschungsbereich verbindet Grundlagenforschung mit umfassender Erfahrung in der Anwendung und Entwicklung innovativer Werkzeuge und Methoden des Entwurfs integrierter Hardware-Software-Systeme.

Die durch die Höchstintegration gegebene funktionale Mächtigkeit und die durch kürzere Produktlebenszyklen notwendige Verringerung der Entwicklungszeit einer integrierten Schaltung erfordern eine integrale Betrachtung der gesamten Systementwicklung. Der Entwurfsablauf muß durch Werkzeuge unterstützt werden, die über die traditionell im Schaltungsentwurf unterstützten Ebenen hinaus systemnahe Software-Ebenen einbeziehen. Durch größtmögliche Flexibilität der Entwurfsmethode muß das Spektrum alternativer Realisierungen von einer reinen Hardware-Lösung als ASIC über verschiedene Partitionierungen zwischen anwendungsspezifischer Hard- und Software bis hin zu einem reinen Software-System evaluiert werden können. Für die wichtigen Entwurfsentscheidungen müssen Kriterien wie beispielsweise Realzeitanforderungen, Kosten, Entwurfsdauer, Sicherheit abgewogen werden.

In der Grundlagenforschung behandelt der Forschungsbereich derzeit aus dem Themengebiet Entwurfsmethodik insbesondere Fragestellungen zu Echtzeitsystemen, Parallelität, hybriden Systemen und funktionaler Partitionierung. Einen besonderen Schwerpunkt bilden Arbeiten zu konzeptionellen und semantischen Fragen beim Übergang zwischen Entwurfs-ebenen. Untersucht werden beispielsweise die formale Korrektheit oder die Einbeziehung unscharfen Wissens in den Entwurfsprozeß.

Im Bereich der CAD-Entwicklung entstehen im Forschungsbereich Werkzeuge zur Verbindung etablierter Methoden mit Standards des Hardware-Entwurfs. Beispielsweise sind Kopplungen zwischen Sprachen für Kommunikationsprotokolle wie SDL oder eingebetteten Systemen wie Statecharts und der Hardware-Beschreibungssprache VHDL. Andere Arbeiten beschäftigen sich mit neuartigen Methoden zur schnellen und exakten Verlustleistungsanalyse digitaler Schaltungen.

Die genannten Entwurfsmethoden und Werkzeuge wurden bislang für Anwendungen im Bereich Protokollentwicklung auf mehreren Ebenen, RISC-Entwurf, ASICs für Telekommunikation, integrierte Steuerungssysteme eingesetzt. Der Forschungsbereich kooperiert mit industriellen Partnern im Bereich Entwicklung und Anwendung sowie mit führenden internationalen Institutionen im Bereich der Grundlagenforschung integrierter Hardware-/Software-Systeme. ■

### Korrekte Software für sicherheitskritische Systeme

#### Anliegen und Struktur des Projektes

In Fortführung vielfältiger Aktivitäten der letzten Jahre hat das Projekt KORSYS die Weiterentwicklung und Anwendung von Verifikationstechniken zum Ziel. Kooperiert wird auf der Seite der Technologie- und Werkzeugentwicklung mit der Technischen Universität München sowie der Zentralabteilung Forschung und Entwicklung der Siemens AG. Auf der Anwenderseite finden sich die Bayerischen Motorenwerke AG (Automobilbau), die Elektroniksystem- und Logistik-GmbH (Avionik) sowie der Bereich Automatisierungstechnik der Siemens AG.

Software-Systeme finden bei den Anwendern für unterschiedlichste Aufgaben Verwendung. Häufig spielen dann die Programme eine sicherheitskritische Rolle, ihr korrektes Funktionieren muß unter allen Umständen gewährleistet sein. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, mit Methoden zu arbeiten, die über die gewöhnlich bei der Erstellung von Software eingesetzten hinausgehen, eben formale Verifikation zu betreiben. Nun ist mit allen bekannten derartigen Techniken ein hoher Aufwand verbunden. Erst in den letzten Jahren hatten Bemühungen, die Arbeit in einem hohen Grade zu automatisieren, nennenswerte Erfolge zu verzeichnen. Es ist insbesondere das sogenannte Model-Checking, das sich in vielen Fällen bewährt hat. Es wird in verschiedenen Varianten auch bei OFFIS eingesetzt.

Um eine geforderte Eigenschaft (Spezifikation) eines Systems nachzuweisen, wird beim Model-Checking nicht versucht, einen Beweis zu erstellen. Statt dessen erstellt man einen Automaten, dessen Abläufe denen des Systems entsprechen. Die Eigenschaft muß in eine Formel-darstellung gebracht werden. Dann berechnet man nach einem speziellen Algorithmus, ob es einen Ablauf gibt, der die Formel verletzt. In der Sprache der Logik ausgedrückt, überprüft man also, ob das System Modell der Formel ist. Daher kommt der Name Model-Checking. Wichtig ist, daß es sich um ein automatisches Verfahren handelt, liegen erst einmal der Automat und die Formel vor.

Hier liegen nun in der Praxis die Probleme. Man muß eine Übersetzung von der Systembeschreibungssprache (Programmiersprache) in die Automatenrepräsentation vornehmen können, die resultierenden Automaten müssen eine handhabbare Größe behalten, und die Spezifikationen müssen formalisiert werden. Die Erfahrung hat gelehrt, daß diese Anforderungen bei verschiedenen Anwendungsgebieten in unterschiedlichem Maße zu Schwierigkeiten führen. In der Regel sind zur Überwindung der Schwierigkeiten zum Model-Checking komplementäre Techniken nötig.

Der Ansatzpunkt von KORSYS ist es, die Problematik

nun in den Ausprägungen zu studieren, wie sie sich bei den Anwendern im Projekt ergibt. Jeder der Anwender präsentiert ein typisches Problem aus seinem Gebiet. Bei BMW ist es die Steuerung der Karosserieelektronik (z. B. Zentralverriegelung), von der ESG ist es die Überwachung des Flugzeugzustandes, die Siemens Automatisierungstechnik betrachtet die Kontrolle von Fertigungszellen. Diese Fallstudien werden zur Grundlage für die Entwicklung und Gestaltung adäquater, ergänzender Techniken.

### **Technische Arbeitsziele**

Wichtiger Punkt im Ansatz von OFFIS ist es, dem Systementwickler zu ermöglichen, vorwiegend graphische Beschreibungsmittel sowohl für die Systeme als auch für Spezifikationen zu verwenden. Graphikorientierte Verfahren sind dem Systementwickler leichter zugänglich. Indem man so die Akzeptanz der Verfahren erhöht, vereinfacht man die Einführung formaler Methoden in den industriellen Entwicklungsprozeß.

Systembeschreibungen können mit Hilfe von State-mate erstellt werden. Bei State-mate handelt es sich um ein kommerzielles Werkzeug, das durch ein ausgefeiltes Hierarchiekonzept die übersichtliche graphische Definition selbst komplexer Systeme erlaubt. Zur Codeerzeugung existieren Übersetzer in Standardsprachen.

Spezifikationen werden in Form von sogenannten symbolischen Zeitdiagrammen geschrieben. Die Zeitdiagramme sind in Oldenburg entwickelt worden und spielten bereits im Projekt FORMAT eine wichtige Rolle. Sie ermöglichen eine anschauliche Darstellung von Verhaltensbeschreibungen. Ihre Bedeutung ist durch eine Übersetzung in eine Temporallogik, die sich mit Model-Checking behandeln läßt, gegeben. Jedoch sind die Zeitdiagramme oft wesentlich kompakter als entsprechende Formeln.

Innerhalb von KORSYS wird zunächst eine Übersetzung von State-mate in Automaten realisiert. Mit einer Anpassung der die Zeitdiagramme betreffenden Werkzeuge macht dies die Basistechnologie des Model-Checkings in der graphischen Entwicklungsschiene anwendbar, und es können in den Fallstudien erste praktische Ergebnisse gewonnen werden. Für die Beispiele der Anwender reicht diese Basistechnologie jedoch nicht immer aus, die Automatenrepräsentationen kompletter Systeme sind häufig zu groß. Weitergehende Arbeiten werden dieses Problem der Skalierbarkeit der Verifikationsmethoden angehen.

Dabei werden zweierlei ergänzende Techniken zu realisieren sein. Es handelt sich dabei um Abstraktion und Dekomposition.

Abstraktion nutzt aus, daß häufig von vielen Aspekten eines Systems abgesehen werden kann, wenn es um die Erfüllung eines Teils der Spezifikation geht. So kann man Systembeschreibungen – und damit ihre Automatenrepräsentationen – in ihrer Größe stark reduzieren, wenn es um die Überprüfung nur jeweils einer Eigenschaft geht. Beispielsweise ist es nicht notwendig, Datenwerte konkret zu betrachten, wenn es darum geht, Fehler bei der Einhaltung eines vorgeschriebenen Protokolls aus-

zuschließen. Eine systematische Transformation der Systembeschreibung führt dann auf ein stark vereinfachtes Verifikationsproblem. Andere Abstraktionen vereinfachen etwa die interne Kommunikationsstruktur zwischen Systemkomponenten, mit ebenfalls drastischen Reduktionen der Problemkomplexität. Implementiert man Abstraktionen, benötigt man in der Regel Hilfsprogramme, die Transformationen durchführen oder Nebenbedingungen prüfen.

Unter Dekomposition versteht man das Aufteilen einer Anforderung auf die einzelnen Komponenten eines Systems, die in unterschiedlichem Maße an der Erfüllung der Anforderung beteiligt sind. Das heißt, man muß Spezifikationen der Komponenten eines Systems finden, so daß sie zusammengefaßt die globale Spezifikation ergeben. Anders als bei Abstraktionen orientiert man sich hier also an der algebraischen Struktur eines Systems, wie sie vom Entwickler vorgegeben ist. Übrig bleiben dann die – kleineren – Verifikationsprobleme der Komponenten sowie die Überprüfung der Frage, ob die Dekomposition selber korrekt ist. In dem bei OFFIS verfolgten Ansatz sind die Komponentenspezifikationen natürlich wiederum Zeitdiagramme. Festzustellen, ob die Dekomposition korrekt ist, läßt sich mitunter – ähnlich wie das Model-Checking – automatisch erledigen. Für den Fall jedoch, daß der Schritt aus Komplexitätsgründen scheitert, wird ein graphischer Beweiskalkül auf der Ebene der Zeitdiagramme entwickelt.

Für alle diese Schritte wird eine Werkzeugunterstützung benötigt. Teils lassen sich die bereits im FORMAT-Projekt entwickelten Programme modifizieren oder weiterbenutzen, teils sind es Neuentwicklungen. Angestrebt wird die Erstellung eines integrierten Werkzeugsystems, das zum Projektende als Prototyp vorliegt und an Fallstudien, die auf den von den Anwendern im Projekt bereitgestellten Beispielproblemen beruhen, getestet ist.

### **Einordnung des Beitrags von OFFIS**

Insgesamt gesehen ist das Ziel der Aktivitäten von OFFIS im Rahmen von KORSYS, bekannte, zum Teil bei OFFIS entwickelte Verifikationstechniken den Bedürfnissen der Praxis anzupassen. Die Probleme, die in früherer Zeit den Einsatz formaler Methoden erschwert haben, werden konsequent angegangen: Ein hoher Automatisierungsgrad entlastet den Entwickler von Detailarbeit. Die Verwendung graphischer Formalismen zur System- und Anforderungsbeschreibung verbessern Handhabbarkeit und Akzeptanz. Und ein Instrumentarium verschiedener Techniken zielt auf Skalierbarkeit, die Beherrschbarkeit auch größerer Aufgaben, ab. ■

#### **Projektleiter:**

Prof. Dr. W. Damm

#### **Ansprechpartner:**

Dr. H. Hungar

Tel.: (04 41) 7 98-23 71

E-Mail: hungar@offis.uni-oldenburg.de

#### **Laufzeit:**

5/1995 bis 4/1998



# Eingebettete Systeme in sicherheitskritischen Anwendungen

SACRES (Safety Critical Embedded Systems) ist ein durch die Europäische Union gefördertes Projekt, das von einem Konsortium, bestehend aus den Firmen SIEMENS, British Aerospace (Großbritannien), i-Logix (Großbritannien), SNECMA (Frankreich), SNI, TNI (Frankreich) und den Forschungsinstituten OFFIS, INRIA (Frankreich) sowie dem Weizmann Institut (Israel), durchgeführt wird.

Der Einsatz formaler Methoden in der Systementwicklung gewinnt zunehmend an industrieller Relevanz. Die bereits in anderen Forschungsprojekten, insbesondere dem FORMAT-Projekt, entwickelten leistungsfähigen Kerntechnologien zur Spezifikation und Verifikation sollen in diesem Projekt in den Entwurfsprozeß für sicherheitskritische Systeme aus den Bereichen Avionik und Fertigungstechnik integriert und erweitert werden. Außerdem werden in SACRES die Kerntechnologien um Methoden zur Behandlung von Realzeiteigenschaften erweitert. Ein wesentlicher Aspekt liegt hierbei in der Integration der Verifikationstechniken in industriell eingesetzte Entwicklungswerkzeuge. Dazu bringt SACRES konkrete Werkzeuge sowohl für die Verifikation als auch für die Codegenerierung von eingebetteten Systemen hervor, die in die Entwicklungsverfahren der industriellen Partner integriert sind. Gleichzeitig wird die Anwendbarkeit und Akzeptanz der SACRES-Werkzeuge durch deren Einsatz für industrielle Beispiele und Evaluierung bei industriellen Partnern sichergestellt.

Über diese Integration hinaus erfolgt eine Anpassung an die Anwendungsdomäne durch gezielte Optimierung der eingesetzten Verifikationstechniken sowie der Bereitstellung von anwendungsspezifischen Spezifikationswerkzeugen.

SACRES basiert auf den Sprachen Statecharts und Signal sowie deren werkzeuqmäßiger Ausprägung in Statemate und Sildex/Grafcet. Eine besondere Herausforderung im SACRES-Projekt liegt in der, aus Anwendersicht geforderten, Mischung von Spezifikationsstilen. Während Statemate besonders für kontrolldominierte Applikationen geeignet ist, lassen sich Datenflußgraphen prägnant in Signal beschreiben. Typische Embedded-Control-Applikationen beinhalten beide Elemente. Ziel des SACRES-Projektes ist es, sowohl automatische Codegenerierung wie auch Verifikation solcher gemischter Entwürfe zu ermöglichen.

Anforderungen an das spezifizierte eingebettete System können mit Hilfe von – schon im FORMAT Projekt durch OFFIS entwickelten – symbolischen Zeitdiagrammen formuliert werden. Durch die Semantik der Zeitdiagramme in temporaler Logik erfolgte eine Kopplung dieser auf die Bedürfnisse des Anwenders zugeschnittenen Sprache für Anforderungsdefinitionen und verschiedenen Werkzeugen zur formalen Verifikation eines

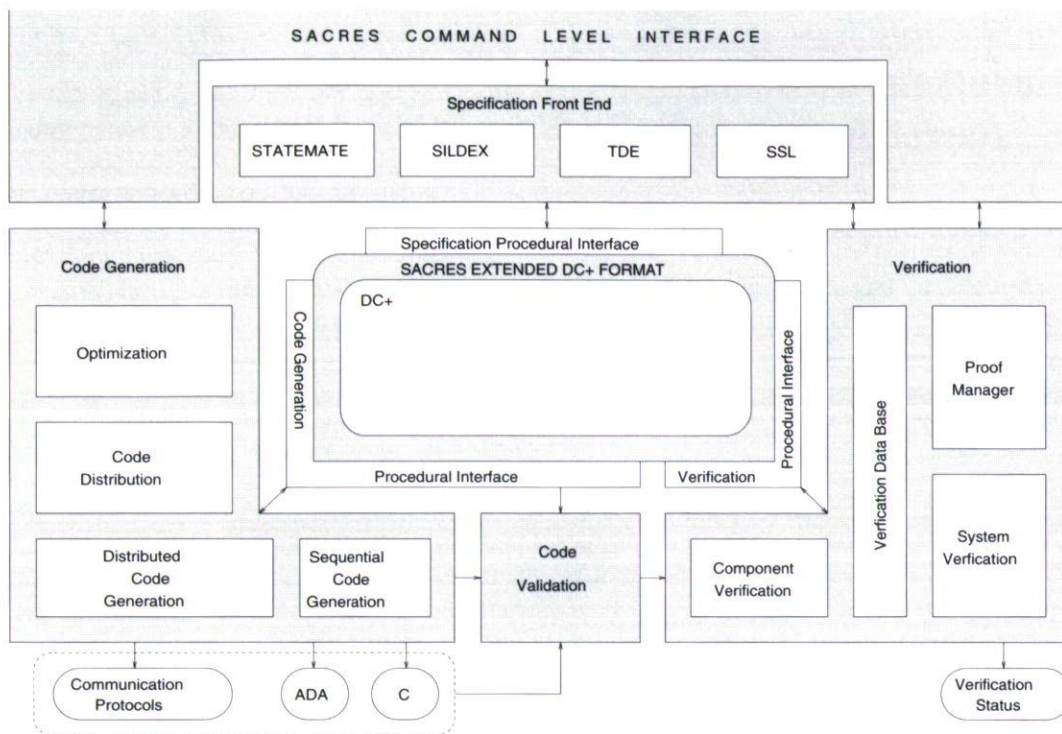
Systems. Diese Vorgehensweise entbindet den Benutzer von der Verwendung der (schwer verständlichen) temporalen Logik als Anforderungssprache und erhöht dadurch die Akzeptanz für die Verwendung formaler Verifikation.

Durch den Einsatz einer System Specification Language, kurz SSL, können in SACRES gemischte Statecharts/Signal-Spezifikationen behandelt werden. SSL wurde durch OFFIS für das SACRES-Projekt entwickelt. Es erlaubt insbesondere eine Strukturbeschreibung auf der Basis von Komponenten, die lediglich durch ihr Interface festgelegt sind und deren Verhalten zu einem späteren Zeitpunkt durch die Bindung an eine Verhaltensbeschreibung in Statecharts oder Signal festgelegt werden kann.

OFFIS ist in SACRES maßgeblich an der semantischen Fundierung der zum Einsatz kommenden Sprachen beteiligt. Weiterhin besteht eine Beteiligung an der Bereitstellung der folgenden Werkzeuge für die Sprachen Statecharts und Signal:

- Einen Model-Checker, der in der Lage ist, Realzeitanforderungen an das Eingabe/Ausgabe-Verhalten eines Systems zu überprüfen, die als temporallogische Formeln formuliert sind. Dies geschieht gegenüber einer Realisierung des Systems durch eine Beschreibung in Statecharts oder Signal.
- Einen Tautologie-Checker, der die Allgemeingültigkeit eines Zeitdiagramms oder einer temporallogischen Formel überprüfen kann. Dieser kann insbesondere dazu verwendet werden, die Gültigkeit einer globalen Anforderung eines zusammengesetzten Systems aus der Gültigkeit von Anforderungen der Teilkomponenten herzuleiten.
- Einen Theorembeweiser, in dem temporale Logik und SSL-Datentypen eingebettet wurden, um insbesondere Eigenschaften zusammengesetzter Systeme aus den Eigenschaften der Teilsysteme formal herzuleiten.
- Transformatoren, die für Anforderungsspezifikationen in Zeitdiagrammen und Beschreibungen in Statecharts oder Signal interne Repräsentationen für die Weiterverarbeitung durch die Verifikationswerkzeuge bereitstellen. Dabei wird einem Zeitdiagramm eine temporallogische Formel zugeordnet. Sowohl Statecharts- als auch Signal-Beschreibungen werden in Modelle als zustandsendliche Graphen (symbolische Transitionssysteme) überführt. Die gewählte Darstellung dieser Graphen als Binary Decision Diagram ist besonders kompakt und erlaubt insbesondere ein effizientes Real-Time Model-Checking.

Projektstart war der 15. November 1995. In der ersten Phase des Projektes bis Mitte Mai 1996 wurden Untersuchungen durchgeführt, welche Art von Anforderungen an das zu entwickelnde System in SACRES behandelt werden können. Außerdem wurde in dieser Phase die Software-Architektur von SACRES definiert. Die Ergebnisse der ersten Phase wurden vom 9. bis 11. Juni 1996 durch den Projekt-Officer und Gutachter der Europäischen Union begutachtet. Hierbei kam es zu einer sehr positiven Einschätzung der erreichten Ergebnisse und weitergehenden Ziele des Projektes. Die



Software-Architektur

anschließende und über das Jahr 1996 hinausgehende zweite Phase hat zum Ziel, Prototypen der Verifikationswerkzeuge bereitzustellen und an Fallstudien der SACRES-Partner zu erproben. Diese Prototypen beinhalten noch nicht die Behandlung von Realzeiteigenschaften, sie behandeln qualitative Eigenschaften wie sie auch im FORMAT-Kontext auftreten. Der Schwerpunkt von OFFIS lag hierbei in der Bereitstellung der Semantiken für Statecharts und SSL sowie der Implementierung von Transformatoren von Statechart-Spezifikationen in Modelle.

Am 5. und 6. Dezember 1996 fand eine weitere Begutachtung statt, auf der insbesondere Fragen zur semantischen Integration der in SACRES verwendeten Sprachen diskutiert wurden. Auch hier kamen die Gutachter zu einer sehr positiven Einschätzung des Projekts. Die Bewilligung für die zweite Förderungsphase des Projekts wurde schon Ende Dezember vorab erteilt, obwohl diese Entscheidung erst Mitte März 1997 nach Ablauf und Begutachtung der zweiten Projektphase von der Europäischen Union zu treffen ist.

Die Methodologie von SACRES kann in dem folgenden, stark vereinfachten Entwicklungsszenario zusammengefaßt werden:

Die informelle Anforderungsspezifikation des zu entwickelnden eingebetteten Systems wird durch die Formulierung in Zeitdiagrammen in eine formale Anforderungsspezifikation überführt. Eine abstrakte Implementierung des Systems wird als Strukturbeschreibung in SSL gegeben, deren Teilkomponenten wiederum an Strukturkomponenten oder an Verhaltensbeschreibungen in Statecharts oder Signal gebunden sind. Für die Teilkomponenten werden Anforderungsspezifikationen mit Zeitdiagrammen erstellt, die genügend Aspekte der Teilsysteme darstellen, um mit dem Theorembeweiser

oder dem Tautologie-Checker daraus die Anforderungsspezifikation des globalen Systems abzuleiten. Die Konsistenz der an Verhaltensbeschreibungen gebundenen Komponenten kann durch Model-Checking verifiziert werden. Dabei stellt eine Partitionierung des Systems in genügend kleine Teilkomponenten sicher, daß dieses im allgemeinen sehr aufwendige Verfahren auch durchführbar ist. Für strukturelle Teilkomponenten kann das Verfahren analog zum globalen System angewendet werden.

Dieses Projekt ergänzt auf einer technischen Ebene die in OFFIS durchgeführten Arbeiten im KORSYS-Projekt. Während in KORSYS die Schwerpunkte der Arbeiten auf Abstraktionstechniken zur Reduzierung der Modelle liegen, soll innerhalb von SACRES die Erweiterung der Verifikationstechniken zur Behandlung von Realzeiteigenschaften im Vordergrund stehen.

Insgesamt stellt das SACRES-Projekt eine Reihe von Werkzeugen zur Verfügung, die, zusammen mit der Methodologie, zur Unterstützung des Entwicklungsprozesses von sicherheitskritischen Systemen beitragen. Besonders hervorzuheben ist dabei die Abstützung auf die im industriellen Kontext verwendeten Sprachen Statecharts und Signal und die Verwendung von symbolischen Zeitdiagrammen zur graphischen Eingabe von Anforderungsdefinitionen. ■

**Projektleiter:**

Prof. Dr. W. Damm

**Ansprechpartner:**

Dipl.-Inform. G. Döhmen

Tel.: (04 41) 7 98-30 55

E-Mail: doehmen@offis.uni-oldenburg.de

**Laufzeit:**

11/1995 bis 11/1998

## Anwendung der FORMAT-Werkzeuge im industriellen Umfeld

Ziel dieses Vorhabens ist es, die im FORMAT-Projekt (siehe Jahresbericht 1995) entwickelten Methoden und Werkzeuge zur Spezifikation und Verifikation von Hardware-Systemen in der Praxis zu erproben. Diese Pilot-einführung wird von der Europäischen Union im Rahmen ihres Programms »The European Initiative for the Spread of Best Practice in Design« gefördert. Als Anwender der Methodik ist die Siemens AG Automatisierungstechnik, Nürnberg an diesem Projekt beteiligt. Begleitend zu einem aktuellen Systementwurf werden die FORMAT-Werkzeuge eingesetzt. OFFIS vermittelt die Spezifikations- und Verifikationsmethodik, und die Firma AHL (Großbritannien) ist für den Werkzeugeinsatz verantwortlich.

Da dieses Projekt erst gegen Ende des Jahres startete, liegen noch keine konkreten Erfahrungen vor. Zu Beginn des Projektes wurde zunächst eine Integration der Werkzeuge in den Entwicklungsprozeß bei Siemens vorgenommen. Hierzu waren auch einige Werkzeuganpassungen erforderlich, da die Spezifikationsmethoden in industriell-eingesetzte Werkzeuge zu integrieren waren. Weiterhin wurden erste Schulungsunterlagen erstellt und ein Tutorial für die Mitarbeiter der Siemens AG durchgeführt. Ziel dieser Schulung war es, die Methodik der Spezifikation mit symbolischen Zeitdiagrammen den Systementwicklern zu vermitteln und ihnen eine Einführung in die Werkzeuge zu geben.

Die Anwendung der Methodik auf die ausgewählte Fallstudie ist für das Jahr 1997 vorgesehen, so daß Erfahrungen über die Einsetzbarkeit im industriellen Bereich erst im nächsten Jahr vorliegen werden. ■

### Projektleiter:

Prof. Dr. W. Damm

### Ansprechpartner:

Dr. B. Josko

Tel.: (04 41) 7 98-45 15

E-Mail: josko@offis.uni-oldenburg.de

### Laufzeit:

## Objektorientierter Hardware-Entwurf

Ein großes Problem beim Hardware-Entwurf ist es, daß die Wiederbenutzbarkeit von einmal entworfenen Komponenten auf die niedrigen Entwurfsebenen beschränkt ist. Insbesondere für langlebige Investitionsgüter wie beispielsweise Telefonvermittlungssysteme bedeutet dies, daß Änderungen und Erweiterungen der Systemfunktionalität innerhalb der Produktlebenszeit von mehreren Jahrzehnten nur mit hohem Entwicklungsaufwand durchgeführt werden. Die Beschränkung auf die Wiederverwertbarkeit implementierungsnaher Abstraktionsebenen erschwert die Ablösung von überholten Herstellungstechnologien durch zeitgemäße Verfahren.

Dies ist im Hinblick auf die Kosten, die der Entwurf verursacht, und die stetig steigende Komplexität von Hardware in zunehmendem Maße unbefriedigend. Auf der anderen Seite verursacht ein Entwurf, der mit Hinblick auf spätere Wiederbenutzbarkeit stattfindet, auch zusätzliche Kosten, weil höhere Qualitätsanforderungen eingehalten werden müssen.

Seit November 1995 ist OFFIS Partner im EU-Projekt REQUEST. Weitere Partner im Projekt sind France Telecom, Italtel, Telefónica, Deutsche Telekom, LEDA, Synthesia, SIDSA (ehemals TGI) und Politecnico di Milano. Ziel des Projekts ist es, eine verbesserte Methodik für den Systementwurf von Hardware zu entwickeln und umzusetzen. Dabei soll insbesondere ein höherer Grad an Wiederbenutzbarkeit und eine höhere Qualität von Hardware-Modellen angestrebt werden. Als Basis dient die Hardware-Beschreibungssprache VHDL, die aufgrund ihrer Standardisierung weit verbreitet ist.

Neben den genannten Zielen soll weiterhin ein höherer Abstraktionsgrad für Systemspezifikationen erreicht werden. Hierzu und um ein hohes Maß an Wiederbenutzbarkeit auf dieser Ebene sicherzustellen, soll VHDL mit objektorientierten Erweiterungen versehen werden (Objective VHDL).

Zur Qualitätsverbesserung von VHDL-Modellen werden eine Reihe von CAD-Werkzeugen implementiert, die bestimmte Qualitätskriterien überprüfen und gegebenenfalls Verbesserungen vornehmen. Um Objective VHDL in gegenwärtige Entwurfsabläufe einbinden zu können und um eine gemeinsame Qualitätswerkzeuge zu haben, soll ein Precompiler, der Objective VHDL in Standard-VHDL transformiert, implementiert werden.

Die Aufgaben von OFFIS innerhalb von REQUEST liegen zum einen in der Erarbeitung der REQUEST-Entwurfsmethodik und Werkzeugarchitektur (sh. Abb.). Zum anderen stellt die Entwicklung von Objective VHDL und die Implementierung des Precompilers einen Schwerpunkt dar. Der Precompiler-Ansatz wurde gewählt, um die Implementierungskosten im Rahmen zu halten und eine möglichst frühzeitige Validierung von Objective VHDL zu ermöglichen. Natürlich werden mit der Precompiler-Lösung Einschränkungen in Kauf genommen,

da nur Konzepte, die in Standard-VHDL übersetzt werden können, in Objective VHDL integriert werden können.

Aus diesem Grund beteiligt sich OFFIS an der internationalen Standardisierung mit dem Ziel, die geplanten Erweiterungen in den VHDL-Standard zu übernehmen.

Der Schwerpunkt der OFFIS-Aktivitäten in REQUEST lag im letzten Jahr auf der Entwicklung der Spracharchitektur von Objective VHDL, die mit Ablauf des Jahres vorliegt. Die Spracharchitektur definiert nicht die Syntax der Sprache. Sie beschreibt, welche objektorientierten Konzepte in Objective VHDL einfließen und deren grundsätzliche Bedeutung innerhalb der Sprachenerweiterung.

### Entwurfsraum für Objective VHDL

Bei der Entwicklung von Objective VHDL sind verschiedene Perspektiven zu berücksichtigen:

**Anwender:** Die objektorientierten Erweiterungen sollen helfen, gegenwärtige Probleme beim Entwurf von Hardware zu lösen oder zumindest zu mindern.

**Entwickler von CAD-Werkzeugen:** Die objektorientierten Erweiterungen müssen mit vertretbarem Aufwand implementierbar sein. Des Weiteren sollte Objective VHDL mit minimalem zusätzlichem Aufwand in bestehenden Entwurfsabläufe integrierbar sein.

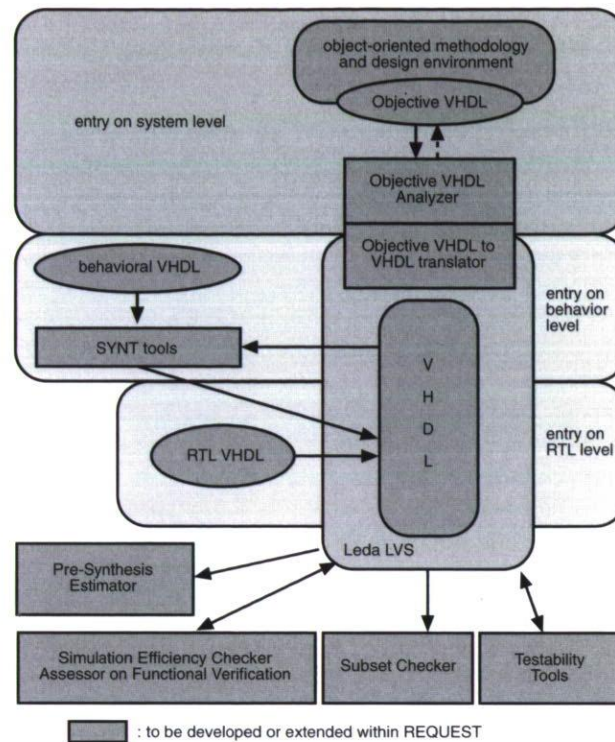
**Standardisierung:** Um die Akzeptanz von Objective VHDL zu verbessern, ist es notwendig, daß die objektorientierten Erweiterungen kompatibel zu den Grundkonzepten von VHDL sind.

### Spracharchitektur von Objective VHDL

Eines der zentralen Probleme bei der Entwicklung von Objective VHDL ist die Entscheidung, was die Objekte im objektorientierten Sinne sein sollen. Grundsätzlich gibt es hier zwei Ansatzpunkte. Einerseits können beim objektorientierten Hardware-Entwurf Hardware-Komponenten als Objekte betrachtet werden (struktureller Ansatz). Dieser Ansatz ist sehr intuitiv. Ein Hardware-System kann grundsätzlich als eine Menge interagierender Komponenten oder Objekte betrachtet werden. Andererseits verspricht die Verwendung von Datentyp-Objekten – das sind Objekte, die auf einer Erweiterung des VHDL-Typkonzepts basieren – mit dazugehöriger Funktionalität einige Vorteile. Die hiermit mögliche Datenabstraktion erlaubt z. B. eine elegante Modellierung von Bussen, Protokollen etc. Des Weiteren bietet dieser Ansatz, da er näher an den objektorientierten Ansätzen in der Software ist, ein größeres Integrationspotential für einen Einsatz im Hardware-/Software-Codesign.

Um die Vorteile beider Ansätze auszunutzen und im Hinblick auf die oben aufgeführten drei Anforderungsperspektiven, wurde in der Spracharchitektur ein gemischter Ansatz entwickelt. D. h. Objekte können Komponenten (entities) oder Typ-Objekte sein. Jedoch gibt es für Entity-Objekte keinen Polymorphismus. Der Polymorphismus für Typ-Objekte wird ähnlich wie in Ada95 durch ein 'CLASS-Attribut realisiert. Jeder Klassen-Typ T hat einen ihm zugeordneten Typ T'CLASS, ein sogenannter class-wide Typ. T'CLASS ist die Vereinigung des Typs T und aller seiner direkten und indirekten durch

Vererbung abgeleiteten Untertypen. Ein Typ-Tag, das Bestandteil des class-wide Typs ist, gibt den aktuellen Typ eines class-wide Objekts an. Natürlich ist ein direkter Zugriff auf das Typ-Tag nicht erlaubt.



REQUEST Werkzeugarchitektur

Sowohl für Struktur-Objekte (entities) als auch für Typ-Objekte existiert ein Vererbungsmechanismus. Jedoch ist die Vererbung auf einfache Vererbung beschränkt, da mehrfache Vererbung einen erheblich größeren Implementierungsaufwand darstellt und in den meisten Fällen durch einfache Vererbung emuliert werden kann. Die Vererbung kann als das Schlüsselkonzept für eine verbesserte Wiederbenutzbarkeit von bereits vorhandenen Codes betrachtet werden. Wieder zu verwendende Eigenschaften können ererbt werden und neue Eigenschaften hinzugefügt werden. Ist die Vaterklasse bzgl. einiger Qualitätskriterien optimiert (z. B. Fehlerfreiheit, Simulationseffizienz), so gelten diese Optimierungen i. a. auch für die ererbten Eigenschaften der Sohnklasse.

Objective VHDL enthält keinen fest vordefinierten Mechanismus für das message passing. Jedoch wird in der Definition der Spracharchitektur ein solcher Mechanismus empfohlen. Es liegt in der Entscheidung des Benutzers, ob er den beschriebenen Mechanismus nutzt oder ob er eine Alternative entwickeln will. Der empfohlene Mechanismus kapselt ein Kommunikationsprotokoll in einer Typ-Klasse. Für die Übertragung der Nachrichten werden polymorphe Signale verwendet. Der Vorteil dieses Ansatzes liegt darin, daß dem Anwendungszweck entsprechende Protokolle für die Kommunikation verwendet werden können. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, den Detaillierungsgrad der Kommunikationsprotokolle der aktuellen Abstraktionsebene anzupassen. Dies ist eine notwendige Voraussetzung für einen Top-down-Entwurf.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Einführung eines Klassenkonzepts, des Typ-Polymorphismus, der Vererbung und der Möglichkeit, Nachrichten zu versenden, eine geeignete Erweiterung von VHDL darstellt, um abstrakter modellieren zu können. Hierdurch erhoffen sich die Partner des EU-Projekts eine signifikante Kostenreduktion und Verkürzung der Entwicklungszeit integrierter Schaltungen. Durch konsequente Anwendung der REQUEST-Entwurfsmethode und seiner Werkzeuge werden bei den einzelnen Systemherstellern Bibliotheken objektorientierter Schaltungskomponenten auf hoher Abstraktionsebene entstehen. Diese werden ähnlich wie Software-Klassenbibliotheken der objektorientierten Programmierung abstrakter Bausteine zukünftiger Systementwürfe dienen. ■

**Projektleiter:**

Prof. Dr. W. Nebel

**Ansprechpartner:**

Dipl.-Inform. W. Putzke

Tel.: (04 41) 7 98-21 60

E-Mail: putzke@offis.uni-oldenburg.de

**Laufzeit:**

11/1995 bis 10/1998

## Verlustleistungsanalyse integrierter Schaltungen

Der vielzitierte Übergang in die Informationsgesellschaft wird geprägt durch ein reichhaltiges Angebot an Informations- und Kommunikationsdienstleistungen, die ihrerseits sehr hohe Anforderungen an die Bandbreite der Übertragungskanäle und die Rechenleistung der zentralen Knoten und Endgeräte haben. Der Bedarf an Rechenleistung wird durch die fortschreitende technologische Entwicklung der Mikroelektronik ermöglicht.

In der Vergangenheit wurden mit jeder neuen Generation von Halbleiterherstellungstechnologien neue Barrieren zur weiteren Strukturverkleinerung beseitigt. Hierdurch gelang es, eine stets noch größere Funktionalität auf einem Chip zu integrieren. Heute werden Mikroprozessor-ICs mit mehreren Millionen Transistoren in Großserien gefertigt. Als neue Hürde für die noch höhere Integrationsdichte hat sich der Stromverbrauch dieser Schaltungen herausgestellt. So weist beispielsweise ein 64-bit-Mikroprozessor bei einer Betriebsfrequenz von 100 MHz und einer Versorgungsspannung von 3,3 V eine Verlustleistung von bis zu 30 Watt auf, d. h. es fließen Ströme von bis zu 10 A. Diese enorme Verlustleistung erfordert besonders kostenintensive Maßnahmen zur Kühlung der Schaltungen, beeinflusst die Lebensdauer und Zuverlässigkeit und reduziert die Betriebsdauer tragbarer Geräte. Um die für Multimedia-Anwendungen erforderliche Rechenleistung kostengünstig und für portable Anwendungen zur Verfügung zu stellen, sind neue Schaltungstechniken und Entwurfswerkzeuge zur Minimierung der Verlustleistung notwendig.

### Verlustleistung integrierter Schaltungen

Bei den heute überwiegend eingesetzten CMOS-Schaltungen ist die Umwandlung elektrischer Energie in Wärme hauptsächlich an die Aktivität der Schaltung gebunden. D. h. eine Verlustleistung tritt dann auf, wenn elektrische Knoten der Schaltung aufgeladen oder entladen werden. Diese Abhängigkeit erfordert bei der Analyse und Optimierung einer Schaltung eine Berücksichtigung des dynamischen Verhaltens. Im Gegensatz zu einer Flächenoptimierung einer Schaltung, bei der die Qualität einer Lösung durch einfache Addition der Flächen von Teilkomponenten und der Verbindungsleitungen ermittelt werden kann, ist bei der Analyse der Verlustleistung (Power Estimation) von der typischen Betriebsweise einer Schaltung auszugehen.

### Verlustleistungsanalyse

Der Entwurfsprozeß einer integrierten Schaltung besteht aus einer Vielzahl iterierender Verfeinerungs-, Überprüfungs- und Korrekturschritten, die eine Spezifikation unter Beachtung vorgegebener Randbedingungen und mit definierten Optimierungszielen in einen Satz von Fertigungsunterlagen überführen. Der Prozeß erstreckt sich über mehrere Abstraktionsebenen, auf denen jeweils unterschiedliche Entwurfsentscheidungen

und Optimierungen erfolgen. Alle Optimierungen bedürfen jeweils einer Qualitätsbewertung bezüglich des Optimierungsziels, z. B. der Verlustleistung. Eine genaue aber effiziente Abschätzung der im späteren Betrieb einer Schaltung zu erwartenden Verlustleistung stellt somit einen wesentlichen Bestandteil eines CAD-Werkzeugs zur Verlustleistungsoptimierung integrierter Schaltungen dar.

Wegen des dominierenden Einflusses der Betriebsweise einer Schaltung auf ihren Stromverbrauch muß eine Verlustleistungsabschätzung die Aktivität einer Schaltung während ihres typischen Betriebs berücksichtigen. Hierzu bieten sich auf der Logikebene drei unterschiedliche Verfahren an:

- Logiksimulation mit benutzerdefinierten Stimuli,
- Logiksimulation mit zufälligen Stimuli und Abbruchkriterium (Monte-Carlo-Simulation),
- stochastische Simulation.

Gemeinsam ist den drei Verfahren, daß eine Aktivitätsanalyse auf der Logikebene durchgeführt wird, deren Ergebnisse dann mit dem Stromverbrauch einzelner Gatter pro Ereignis verknüpft werden. Der Stromverbrauch je Ereignis wird vorab für die verwendete Zellbibliothek ermittelt. Durch die Trennung der Aktivitätsanalyse von der Leistungscharakterisierung der Bibliothek wird eine wesentlich schnellere Abschätzung der Verlustleistung ermöglicht, als es eine Untersuchung durch Simulation auf der elektrischen Ebene erlauben würde.

### **Das Projekt Design for Low-Power Consumption**

Im Rahmen des JESSI- (Joint European Submicron Silicon Program) Projekts »Synthesis, Optimization and Analysis« wurden in enger Zusammenarbeit mit der Firma Philips Research in Eindhoven (Niederlande) Werkzeuge zur Verlustleistungsoptimierung integrierter CMOS-Schaltungen entwickelt. Während sich Philips mit Optimierungsalgorithmen beschäftigte, arbeitete OFFIS an der Verlustleistungsanalyse der jeweiligen Optimierungsalternativen.

Ausgangspunkt für die Optimierung sind boolesche Ausdrücke, denen teilweise schon Gatter aus einer Zellenbibliothek zugeordnet sein können und teilweise noch nicht. Fehlt eine Gatterzuordnung, so läßt sich die Verlustleistung in Watt kaum bestimmen. Die Kostenfunktion für die Verlustleistung ist hier die Aktivität an den logischen Knoten der Schaltung.

Für die Aktivitätsanalyse wurde von OFFIS ein Aktivitätsanalysator, der auf dem stochastischen Verfahren basiert, implementiert. Bei diesem Verfahren werden an Stelle von logischen Signalwerten und Signalübergängen Wahrscheinlichkeiten verwendet. Dadurch lassen sich unendlich viele mögliche logische Stimuli in einem stochastischen Stimulus repräsentieren und simulieren. Hieraus resultiert eine sehr schnelle Bestimmung der Schaltungsaktivitäten, die auf einer sehr großen Anzahl von logischen Stimuli basiert. Bei der großen Anzahl zu untersuchender Schaltungsalternativen ist dieses Geschwindigkeitskriterium besonders wichtig. Durch die komprimierte Darstellung von

logischen Stimuli in stochastischen Werten lassen sich insbesondere Informationen von Signalabhängigkeiten (Korrelationen) nur schwer berücksichtigen. Die effiziente Berücksichtigung von Korrelationen ist ein besonderes Ziel der implementierten Algorithmen. Um eine möglichst effiziente Ankopplung dieser laufzeitsensitiven Applikation zu ermöglichen, erfolgte die Implementierung auf der Basis derselben Datenstruktur wie die der Optimierungstools, die von der Firma Philips entwickelt werden.

Das Ergebnis der Optimierung auf der Logikebene ist eine Gatternetzliste. Hierfür muß eine präzisere Schaltungsvalidierung bezüglich des Verlustleistungskonsums unter Berücksichtigung der verfeinerten Kenntnis von Schaltungsdetails erfolgen. Ein Schwerpunkt wurde hierbei auf die Berücksichtigung von unvollständigen Signalübergängen (Glitches) gelegt, die signifikant die Verlustleistung beeinflussen können und in bisherigen Ansätzen nicht oder nur unzureichend berücksichtigt sind. Hierfür wurde ein spezielles Modell entwickelt, mit dessen Hilfe auf der Logikebene neben den herkömmlichen kompletten Übergängen auch Glitches berücksichtigt werden können. Dieses Modell läßt sich mit einer Monte-Carlo-Simulation oder einer Simulation mit benutzerdefinierten Stimuli verknüpfen. Ein entsprechender Simulator ist im vergangenen Jahr implementiert worden. ■

#### **Projektleiter:**

Prof. Dr. W. Nebel

#### **Ansprechpartner:**

Dipl.-Ing. D. Rabe

Tel.: (04 41) 7 98-23 74

E-Mail: rabe@informatik.uni-oldenburg.de

#### **Laufzeit:**

1/1995 bis 12/1996

## Forschungsbereich 4: Systemmodellierung

Reale Systeme zeichnen sich durch eine – oft heterogene und komplexe – innere Struktur und eine mögliche Abgrenzung zu einer Umgebung aus, mit der sie in Interaktion stehen. Beispiele realer Systeme sind Industrieanlagen, Bürostrukturen, Verkehrsnetze oder biologische und ökologische Strukturen.

Um das Verhalten realer Systeme zu verstehen und aus diesem Verständnis heraus Prognosen über ihr potentiell Verhalten zu geben oder verbesserte Systeme entwickeln zu können, müssen abstrakte Modelle der Systeme gebildet werden. Eine solche Modellbildung setzt stets eine konkrete Fragestellung in Bezug auf das reale System voraus. Zu untersuchende Fragestellungen können beispielsweise Leistungsfähigkeit, Abhängigkeit von Umgebungseinflüssen, interne Engpässe oder mögliche Auswirkungen eines Systems auf ein betriebliches oder ökologisches Umfeld umfassen.

Zum Zweck der Modellbildung ist ein System zunächst in seiner inneren Struktur, seinen Grenzen zur Umgebung und seinen quantitativen Eigenschaften zu analysieren. Beim Schritt der Abstraktion müssen einerseits alle Eigenschaften des Systems, die zur Klärung der gegebenen Fragestellung wesentlich sind, erhalten bleiben. Andererseits muß ein Modell möglichst kompakt und handhabbar sein, um eine Analyse von Eigenschaften in Bezug auf die gegebene Fragestellung überhaupt erst zu ermöglichen.

Modelle komplexer Systeme erfordern zur Analyse von Eigenschaften und zu Prognosen ihres Verhaltens meist rechnergestützte Werkzeuge. Ein wesentliches Ziel des Forschungsbereichs ist daher die Erforschung von grundlegenden Methoden und Konzepten zur Modellierung solcher Systeme auf einem Rechner. Trotz des sehr allgemeinen Systembegriffs kann der Modellierung großer Teile der betrachteten Systeme eine einheitliche Begriffsbildung und Methodik wie etwa objektorientierte Ansätze, die Theorie der Petrinetze oder die Theorie der Differentialgleichungen zugrundegelegt werden. Aus diesem Grund ist eine Behandlung zunächst verschiedenartig erscheinender Systeme aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen in einem Forschungsbereich sinnvoll.

Ausgehend von den Ansätzen zur Modellierung werden Methoden und Techniken entwickelt, um verlässliche Aussagen über ein System aufgrund von Simulationen oder mathematischen Analyseverfahren zu gewinnen. Dabei kann und muß auf eine gründliche theoretische Durchdringung der damit verbundenen Probleme zurückgegriffen werden. Zum Tragen kommen hier beispielsweise Techniken und Methoden diskreter Simulationsverfahren.

Im Rahmen des Forschungsbereichs werden Software-Systeme zur rechnergestützten Modellierung, Analyse, Planung, Bewertung bzw. Steuerung komplexer

Systeme entworfen, entwickelt und untersucht. Dabei werden insbesondere verteilte oder parallele Rechner-Systeme als Instrument zur Simulation und Steuerung zugrundegelegt.

In den Schwerpunkt des Forschungsbereichs gehen sowohl grundlegende – teils sehr neue – Informatikmethoden und Grundlagen der Werkzeugbildung, als auch konkrete Forderungen aus der Anwendung der modellierten Systeme ein, so daß stets der Bezug durchzuführender Projekte zu konkreten Anwendungen gewahrt ist. Hierzu wird eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit potentiellen Anwendern, beispielsweise aus der Biologie oder Ökologie, gesucht. Darüber hinaus soll der Forschungsbereich dazu beitragen, daß das für Anwendungen in der Praxis zukunftsweisende Gebiet der rechnergestützten Modellierung und Analyse komplexer Systeme auch in der hiesigen Region durch kompetente Ansprechpartner in der Informatik vertreten ist. ■

## Verteilte Simulation höherer Petrinetze

Das Projekt DNS (Distributed Net Simulation) konnte Ende 1996 zu einem erfolgreichen Abschluß gebracht werden. Der Schwerpunkt der Arbeiten in diesem Projekt lag im Jahr 1996 auf den Bereichen »Verteilte Simulation« und »Hybride Netzmodelle«. Diese Arbeiten basieren auf den ebenfalls im Projekt DNS entwickelten THOR-Netzen, einer speziellen Klasse höherer Petrinetze, die sich aufgrund ihres Zeit-, Objekt- und Hierarchiekonzepts zur Beschreibung diskreter Systeme bewährt hat.

### Verteilte Simulation

Im Berichtsjahr wurde die Implementierung des verteilten THORN-Simulators fertiggestellt. Ende Mai 1996 lag nach einem umfassenden Redesign eine Version vor, die die gesamte Modellierungssprache realisiert, d. h., daß insbesondere neue Methoden entwickelt und implementiert wurden, um globale Ressourcen, wie sie die in THORNs definierten Share-Stellen darstellen, zu unterstützen. Ferner wurde eine Lösung zu den bei der Simulation von THORNs mit Nullschaltzeiten auftretenden Schwierigkeiten erarbeitet und als generelles Problem verteilter Simulation formuliert.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde außerdem ein Werkzeug entwickelt, das durch die Beobachtung von Simulationsläufen eines Modells Daten für dessen effiziente Verteilung zur Verfügung stellt. Eine weitere Diplomarbeit beschäftigte sich mit effizienzsteigernden Maßnahmen für die verteilte optimistische Simulation. Der verteilte Simulator konnte hier wesentlich beschleunigt werden; für manche Modelle wurde auf acht Prozessoren ein Speedup von etwa 5 erreicht.

Verschiedene Messungen zeigten allerdings auch, daß die derzeitige Zielplattform des verteilten Simulators, mittels Ethernet verbundene Workstations, aufgrund der langsamen Kommunikation für verteilte Simulationsläufe nicht uneingeschränkt nutzbar ist. Deshalb wurde Ende des Jahres 1996 mit der Portierung des Simulators auf Parallelrechner des »Paderborn Center for Parallel Computing« begonnen.

Auf Basis der bisherigen Implementierung wurde ebenfalls als Teil einer Diplomarbeit auch ein konservativer THORN-Simulator entwickelt. Vergleichende Messungen ergaben, daß der konservative Simulator durchweg schlechtere Ergebnisse als der optimistische erbringt. Somit wurde die im Projekt DNS gefällte, grundlegende Entscheidung, einer optimistischen Strategie den Vorzug zu geben, experimentell bestätigt.

### Hybride Netzmodelle

Eine Vielzahl realer Systeme kann weder mit rein diskreten noch mit rein kontinuierlichen Modellierungsansätzen beschrieben werden. Die Modellbildung und Simulation mit Methoden, die sowohl diskrete als auch kontinuierliche Zustandsvariablen beinhalten – sogenannte hybride Ansätze – sind ein Forschungsbereich,

der seit kürzerer Zeit verstärkt in der Informatik untersucht wird.

Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnis wurde im Rahmen des Projekts DNS im Jahr 1996 eine hybride, Petrinetz-basierte Modellierungssprache entwickelt. Diese hybriden höheren Netze (kurz HyNetze) ermöglichen es, auch komplexe hybride Systeme aus vielen Anwendungsbereichen, wie z. B. Industrieanlagen, Produktionslinien, chemischen Anlagen oder ökologischen Bereichen, exakt und kompakt zu beschreiben.

Um auch kontinuierliche und hybride Systeme beschreiben zu können, wurden THOR-Netze um kontinuierliche Netzelemente und eine hybride objektorientierte Beschriftungssprache erweitert. Den Kern dieser Erweiterungen bilden kontinuierliche Transitionen, die mit gewöhnlichen Differentialgleichungen erster Ordnung und algebraischen Gleichungen beschriftet werden. Durch das kontinuierliche Schalten solcher Transitionen können Objekte auf den inzidenten Stellen entsprechend diesen Gleichungen kontinuierlich manipuliert werden, ohne daß sie dabei von den Stellen konsumiert oder produziert werden wie es üblicherweise der Fall ist.

Zur computergestützten Erstellung und Untersuchung von HyNetz-Modellen wurden verschiedene Werkzeuge prototypisch implementiert. Dazu gehören ein graphisch interaktiver Netzeditor und ein interpretativer Simulator, der zusammen mit einer Visualisierungskomponente in den Editor integriert wurde. Auf diese Weise können animierte Simulationen direkt mit den Modellen durchgeführt werden. Dadurch ist eine Validierung der Modelle leicht möglich. ■

### Projektleiter:

Prof. Dr. M. Sonnenschein

### Ansprechpartner:

Prof. Dr. M. Sonnenschein

Tel.: (04 41) 97 22-2 41

E-Mail: [sonnenschein@offis.uni-oldenburg.de](mailto:sonnenschein@offis.uni-oldenburg.de)

### Laufzeit:

1/1993 bis 12/1996



## Software-Entwicklung zum Artenschutz

Aufbauend auf dem Projekt ECOTOOLS (High-Level Tools for Modelling and Simulation of Individual-Oriented Ecological Systems) wurde zum 1. August 1996 das Projekt WESP (Workbench for Modelling and Simulation of the Extinction of Small Populations) gestartet. WESP wird für drei Jahre durch das Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (UFZ) finanziert, mit dem bei der Durchführung des Projekts eine intensive Zusammenarbeit stattfindet. In WESP entsteht ein graphisch interaktives Modellierungs-, Experimentier- und Auswertungswerkzeug, mit dessen Hilfe Ökologen Modelle räumlich miteinander verbundener Tierpopulation (sogenannte Metapopulationen) im Hinblick auf deren Überlebenswahrscheinlichkeit untersuchen werden.

WESP basiert auf einem individuen-orientierten Modellierungsansatz, in dem einzelne Individuen mit ihrer Interaktion die Grundlage des Modells bilden. Die Möglichkeit, interindividuelle Variabilität und die Abhängigkeit des Verhaltens einzelner Individuen von ihrer lokalen Umgebung modellieren und simulieren zu können, hat in der Ökologie zu neuen Erkenntnissen – z. B. bei der Erforschung von Ursachen für das Aussterben von Populationen – geführt. Daraus resultieren u. a. auch neue Präventivmaßnahmen im Umwelt- und Landschaftsschutz. So werden heute z. B. verstärkt Populationsverbundsysteme geschaffen, in denen ein Individuenaustausch zwischen verschiedenen Populationen erfolgen kann. Dies führt langfristig zur Stabilisierung der Gesamtpopulation, auch wenn einzelne kleine Populationen nach wie vor vom Aussterben bedroht sind.

Das in WESP zu entwickelnde Software-Werkzeug wendet sich in erster Linie an Praktiker (etwa in Planungsbüros und öffentlichen Behörden), die in der Regel weder die notwendigen Vorkenntnisse und Erfahrungen im Bereich der Modellierung von Klein- und Metapopulationen noch die zur Realisierung entsprechender Computerprogramme notwendigen Programmierkenntnisse besitzen. Kern des zu entwickelnden WESP-TOOLS bildet eine hierzu eigens entwickelte Modellierungssprache WESP-ML. Das Werkzeug selbst erlaubt die visuelle Spezifikation von Metapopulationsmodellen sowie die rechnergestützte Auswertung von Experimenten. Die Modellierungssprache WESP-ML und das WESP-TOOL sollen im folgenden kurz charakterisiert werden.

### Die Modellierungssprache WESP-ML

Hauptziele bei der Konzeption von WESP-ML sind:

- Anwendungsnähe. WESP-ML ist speziell an Anforderungen zur Beschreibung und Auswertung von Metapopulationsmodellen angepaßt, nimmt aber in dieser Modellklasse keine weiteren Einschränkungen vor.
- Leichte Erlernbarkeit. Durch ihre Anwendungsnähe und die Anlehnung an die sehr verbreiteten Programmiersprachen C, C++ und Java ist WESP-ML leicht zu erlernen. WESP-ML ist dabei keine allgemeine objekt-

orientierte Programmiersprache, bedient sich aber einiger objektorientierter Konzepte zur Beschreibung von Modellkomponenten.

- Trennung von Modell, Experiment und Auswertung. WESP-ML unterscheidet strikt zwischen dem eigentlichen Modell, Experimenten, die mit einem Modell durchgeführt werden und der Auswertungen von Ergebnissen eines Experiments.
- Deklarative Beschreibung. Viele Sachverhalte können in WESP-ML deklarativ beschrieben werden. Das Konzept der abgeleiteten Variablen erlaubt es beispielsweise, komplexe Zusammenhänge zwischen Attributwerten, die über die gesamte Laufzeit eines Experiments bestehen, zu beschreiben. Die zur Aktualisierung einer abgeleiteten Variablen notwendige Auswertung des sie definierenden Ausdrucks obliegt dem WESP-ML-Interpreter. Der Simulationsalgorithmus, der dem Interpreter zugrunde liegt, ist für den Modellierer irrelevant.
- Trennung von Struktur und Dynamik. Die Modellbeschreibung in WESP-ML unterscheidet zwischen der Struktur der Modellkomponenten und der Dynamik erzeugter Modellobjekte. Die Beschreibung der Struktur erfolgt in Anlehnung an objektorientierte Konzepte. Die Dynamik wird mit Hilfe von speziell hierfür entwickelten Zustandstransitionsdiagrammen beschrieben.
- Unterschiedliche Detaillierungsgrade. Innerhalb der Ökologie besteht eine anhaltende Diskussion um den richtigen Detaillierungsgrad, mit dem Modelle beschrieben werden sollten. Das Spektrum von verwendeten Modellen reicht von abstrakten mathematischen Modellen, die einen Sachverhalt top-down mittels Differentialgleichungen beschreiben, bis zu sehr detaillierten sogenannten individuen-orientierten Modellen, die ein System bottom-up bzw. reduktionistisch durch Beschreibung aller Komponenten (Individuen) spezifizieren. WESP-ML unterstützt beide Arten des Modellierens. Darüber hinaus kann ein Modell auch gleichzeitig auf unterschiedlichen Detaillierungsgraden beschrieben werden (beispielsweise auf der Ebene der Population und auf der Ebene der Individuen). Während einer Simulation können Informationen der detaillierteren Ebene mit WESP-ML sehr einfach aggregiert und somit abstrahiert werden.
- Einbindung relationaler Datenbanken. Die Fähigkeit, ein Modell gleichzeitig auf unterschiedlichen Detaillierungsgraden betrachten zu können, basiert im wesentlichen auf der Tatsache, daß in WESP-ML eine Teilmenge der relationalen Datenbankabfragesprache SQL integriert wurde. Im Sinne objekt-orientierter Datenbanken werden WESP-ML-Klassen als Relationen aufgefaßt. Mit Hilfe von SQL-Anfragen ist es sehr einfach möglich, Modelldaten zu aggregieren. So kann das Durchschnittsgewicht aller Individuen einer Population einfach und deklarativ als SQL-Ausdruck über eine Relation/Klasse SPECIES definiert werden. Die Konsistenzhaltung abgeleiteter Variablen und die hierzu notwendige Auswertung der SQL-Ausdrücke erfolgt durch den WESP-ML-Interpreter.

Obwohl WESP-ML ursprünglich nur als Studie gedacht war, um den Funktionsumfang des WESP-TOOLS zu ermitteln, hat es sehr schnell eine eigenständige Bedeutung erlangt. Aktuell werden einige existierende Metapopulationsmodelle mit Hilfe von WESP-ML durch Mitarbeiter des UFZ reimplementiert.

### Das graphisch interaktive WESP-TOOL

Der Benutzer des WESP-TOOLS wird durch eine moderne graphische Benutzungsoberfläche auf der Basis von Windows '95 im gesamten Entwicklungsprozeß eines ökologischen Projektes unterstützt. Die Spezifikation von Metapopulationsmodellen erfolgt mit Hilfe von Dialogen und speziellen Editoren zur Eingabe von Zustandstransitionsdiagrammen. Dabei gilt, daß alles, was mit Hilfe der Programmiersprache WESP-ML darstellbar ist, auch mit Hilfe des WESP-TOOLS spezifiziert werden kann.

Für die Planung und Durchführung von Experimenten können die durch das Modell vorgegebenen Komponenten interaktiv selektiert und durch »Experiment-schemata« vorbelegt werden. Weiterhin können Kontrollgrößen, die den Fortgang eines Experiments steuern, definiert werden.

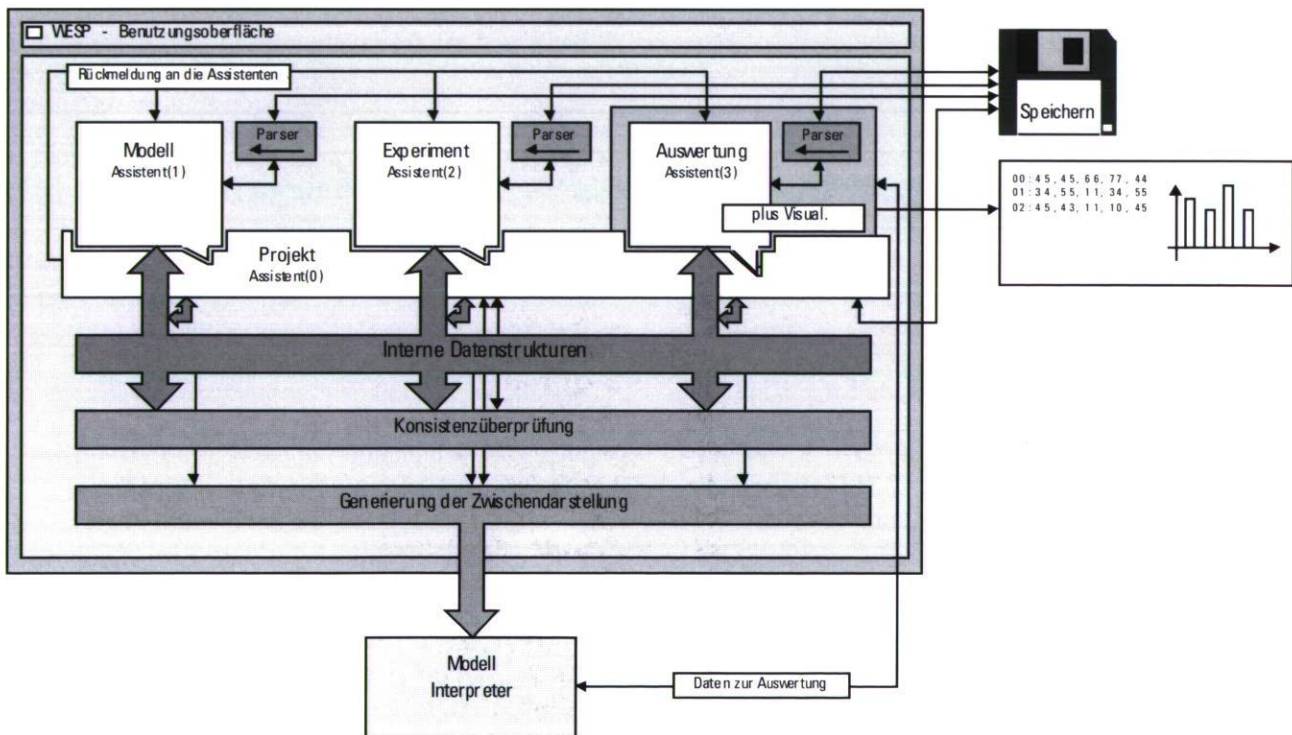
Zur Auswertung und Analyse von Ergebnissen eines Experiments können zunächst wieder die Daten interaktiv ausgewählt werden, die für spätere Auswertungsschritte relevant sind. Auch hier wird die Möglichkeit bestehen, Auswertungsdaten bereits während eines Experiments zu aggregieren. In einem weiteren Schritt können die durch ein Experiment gewonnenen

implementiert.

Eine Projektverwaltung unterstützt den Benutzer in der Verwaltung und Speicherung von Modellen und Varianten eines Modells, aller zu einem Modell gehörenden Experimente sowie der durch ein Experiment gewonnenen Daten. Zu einem Modell bzw. Varianten eines Modells können jederzeit neue Varianten erzeugt werden. Zu einer Variante eines Modells können sowohl bereits existierende Experimente übernommen, als auch neue Experimente angelegt werden. Die wechselseitige Zuordnung von Modellen, ihren Varianten, Experimenten und ausgewerteten Daten übernimmt das WESP-TOOL.

Die Abbildung zeigt die aktuelle Systemarchitektur des WESP-TOOLS. Die Grundidee der Benutzerführung lehnt sich hierbei an die Idee der Assistenten an. Zu jedem Aspekt eines Projektes – Projektverwaltung, Modellerstellung, Experimentieren und Auswerten – steht ein eigener Assistent zur Verfügung, der zu jedem dieser Arbeitsschritte eine spezifische Unterstützung bietet.

Alle Assistenten arbeiten unabhängig von einander, d. h. die Kontrolle über den Ablauf der Arbeitsschritte liegt beim Benutzer. Das WESP-TOOL erlaubt daher temporär unvollständige Spezifikationen. Der Benutzer wird so nicht durch eine starre Benutzerführung an einer kreativen Arbeitsweise gehindert. So kann beispielsweise eine Auswertung bereits vor Fertigstellung des Modells spezifiziert werden, wenn bereits bekannt ist, welche Daten bei der Auswertung relevant sein werden, oder innerhalb der Dynamikspezifikation eines Modells bereits Attribute verwendet werden, die im Strukturteil noch nicht spezifiziert wurden.



Systemarchitektur

Daten weitergehenden Auswertungsschritten zugeführt werden. Hierzu werden im WESP-TOOL die wichtigsten »Standardauswertungen« für Metapopulationsmodelle

Das WESP-TOOL zeigt alle aktuellen Inkonsistenzen an. Somit hat der Benutzer ständig einen Überblick über noch fehlende Arbeitsschritte. Erst vor der Durchführung

eines Experiments wird eine konsistente Beschreibung aller Projektteile durch das WESP-TOOL gefordert.

Der erste Prototyp des WESP-TOOLS wird im zweiten Quartal 1997 fertig gestellt. In der endgültigen Version wird das WESP-TOOL darüber hinaus über ein kontextsensitives Hilfesystem und eine automatische Dokumentationskomponente verfügen. In enger Zusammenarbeit mit dem UFZ werden mit dem WESP-TOOL selbstrelevante »Standardmodelle« entwickelt, die dann jedem Benutzer des WESP-TOOLS zur Verfügung stehen. ■

**Projektleiter:**

Prof. Dr. M. Sonnenschein

**Ansprechpartner:**

Dipl.-Inform. H. Lorek

Tel.: (04 41) 97 22-1 72

E-Mail: [lorek@offis.uni-oldenburg.de](mailto:lorek@offis.uni-oldenburg.de)

**Laufzeit:**

8/1996 bis 7/1999



# Forschungsbereich 9:

## Betriebswirtschaftliche Informatik

Seit seiner Gründung arbeitet OFFIS zunehmend mit Wirtschaftsunternehmen und öffentlichen Einrichtungen zusammen, um diese bei der Konzipierung und Entwicklung betrieblicher Informations- und Kommunikationssysteme zu unterstützen. Die angestrebten Anwendungsgebiete umfassen Managementinformationssysteme, Rechnungswesen, Material- und Personalwirtschaft sowie Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme.

Vor diesem Hintergrund wurde als fünfter und bisher letzter der Forschungsbereich »Betriebswirtschaftliche Informatik« gegründet, der sich durch zwei Charakteristika auszeichnet:

- Er öffnet sich inhaltlich am deutlichsten aus der ingenieurmäßigen Kern-Informatik heraus für anwendungsbezogene Probleme und behandelt insbesondere Fragestellungen im Spannungsfeld von Betriebswirtschaft und Informatik.
- Er übernimmt bereichsübergreifend Funktionen der Beratung und des Systemtransfers in solchen Vorlaufprojekten, die inhaltlich noch keinem der übrigen Forschungsbereiche zugeordnet werden können.

Zur Bearbeitung der differenzierten Anforderungen strebt OFFIS deshalb Kooperationen an, um vor allem regionale Partner insbesondere mit der Bereitstellung objektiven Informatik-Know-hows bei der Lösung ihrer (Nicht-Standard-) DV-Aufgaben und -Problemen zu unterstützen.

Bei den Projekten des Forschungsbereichs sind häufig betriebswirtschaftliche und systemanalytische Vorarbeiten notwendig, bevor eine DV-Konzeption in Angriff genommen werden kann. Dies leistet OFFIS mit der Kenntnis moderner Informations- und Kommunikationstechnologien, etwa auf den Gebieten Datenbanken, Rechnernetzwerke und flexible Anwendungsarchitekturen. Die in den Projekten eingesetzten Analyse- und Modellierungswerkzeuge entsprechen den modernen Standards kommerzieller Tools. Diese Methoden-, Werkzeug- und Systemkenntnisse werden von Projektteams eingebracht, denen neben Informatikern auch Betriebswirtschaftler mit Berufserfahrung aus der betrieblichen Praxis angehören, um die notwendigen Anwendungskennnisse sicherzustellen. ■

### Competence-Center für Hochschulen mit R/3

Im Rahmen eines vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) geförderten Modellversuchs wird an drei niedersächsischen Hochschulen (Technische Universität Clausthal, Universität Oldenburg, Fachhochschule Osnabrück) ein Globalhaushalt eingeführt. Um die damit verbundenen Chancen auch operativ besser nutzen zu können, erfolgte eine Umstellung der bisher kameralistischen Haushaltsführung auf ein kaufmännisches Rechnungswesen. Dafür wird die Standard-Software R/3 von SAP eingesetzt. Die Einführung von SAP R/3 erfordert umfangreiches Wissen in den Bereichen Betriebswirtschaft und Informatik und ist aufgrund der flexiblen Konfigurierbarkeit dieses Systems deutlich aufwendiger als für andere Standard-Software.

Zum 01.01.99 sollen die niedersächsischen Fachhochschulen ebenfalls auf einen Globalhaushalt umgestellt werden. Auch an den Fachhochschulen wird voraussichtlich SAP R/3 für das kaufmännische Rechnungswesen genutzt werden. Damit sich der Einführungsaufwand nicht für jede R/3-Einführung an weiteren Hochschulen wiederholt, hat OFFIS im Auftrag des MWK ein »Competence-Center für Hochschulen mit R/3« (CCH-R/3) eingerichtet. OFFIS berät das MWK und die niedersächsischen Hochschulen in allen hochschulübergreifenden Fragen zur Einführung und Nutzung des R/3-Systems.

Inhaltliche Schwerpunkte des Projektes CCH-R/3 sind:

- die Entwicklung eines prozeßorientierten Referenzmodells für Hochschulen mit R/3,
- die Einrichtung einer Modellhochschule im R/3-System aufbauend auf diesem Referenzmodell sowie
- die Entwicklung eines hochschulspezifischen Leitfadens (Vorgehensmodell) für eine praxisgerechte R/3-Einführung.

#### Referenzmodell Hochschule

SAP R/3 besitzt eine ausgeprägte Prozeßorientierung. Für die Einführung von SAP R/3 sollten deshalb zunächst die Geschäftsprozesse des R/3-nutzenden Unternehmens modelliert werden. Da eine Hochschule mit Globalhaushalt jedoch deutlich andere Charakteristika als ein privatwirtschaftliches Unternehmen hat, ist die Geschäftsprozeßmodellierung für Hochschulen eine besonders anspruchsvolle Aufgabe. OFFIS entwickelt deshalb ein R/3-basiertes »Referenzmodell Hochschule«, das die spezifischen Geschäftsprozesse einer Hochschulverwaltung enthält. Für eine als Landesbetrieb mit kaufmännischem Rechnungswesen geführte Hochschule werden typische Geschäftsprozesse aus dem R/3-Referenzmodell, einer Dokumentation der von R/3

unterstützten Geschäftsprozesse, abgeleitet. Hochschulspezifische Eigenschaften werden durch zusätzliche Geschäftsprozesse mit dem ARIS-Toolset unter Nutzung des R/3-Analyzers modelliert. Dabei kommt der Berücksichtigung von prozeßsteuernden Gesetzen, Erlassen und Verordnungen, z. B. der Landeshaushaltsordnung, eine besondere Bedeutung zu.

Methodische Basis der Entwicklung des Referenzmodells Hochschule sind die ereignisgesteuerten Prozeßketten der ARIS-Methode für die Unternehmensmodellierung, die auch dem R/3-Referenzmodell zugrunde liegen.

Ein zentrales Problem der Referenzmodellbildung im Hochschulbereich stellt die Heterogenität der Geschäftsprozesse verschiedener Hochschulverwaltungen dar. Unterschiede bestehen z. B. in der Personalabrechnung (intern oder extern), in der Materialwirtschaft (zentral oder dezentral) und in der Finanzbudgetüberwachung. Das Referenzmodell Hochschule wird deshalb unterschiedliche Hochschultypen berücksichtigen, aber unabhängig von konkreten Strukturen einzelner Hochschulen sein.

### **Modellhochschule**

Für eine effektive Unterstützung der R/3-Einführung an weiteren Modellhochschulen sowie Vorführungen und Analysen wird OFFIS eine Modellhochschule im R/3-System einrichten. Bei weiteren R/3-Einführungen im Hochschulbereich können dadurch ggf. Tabelleneinträge (aus dem Customizing), hochschulspezifische Auswertungen (ABAP/4-Programme) und die Struktur hochschulspezifischer Stammdaten (z. B. Kontenpläne) übernommen werden.

### **Vorgehensmodell**

Das Referenzmodell Hochschule bildet nur einen Baustein eines von OFFIS erarbeiteten Vorgehensmodells für die R/3-Einführung in der Hochschulverwaltung. Aufbauend auf dem R/3-Einführungsleitfaden der SAP AG werden eine Reihe von hochschulspezifischen Projektbausteinen entwickelt, die R/3-Einführungen an weiteren Hochschulen vereinfachen sollen. Dabei werden die Ergebnisse und Erfahrungen der R/3-Einführung an den drei Modellhochschulen berücksichtigt. Wesentliche Projektbausteine des Vorgehensmodells sind

- Muster für die Projektorganisation (Aufbau und Ablauf),
- Meilenstein- und Arbeitspläne,
- Qualifikationsstrategien und Schulungskonzepte für Projektmitarbeiter und Endanwender,
- Datenschutz- und Datensicherheitskonzepte,
- Konzepte zur Auswahl von Hardware- und Software-Plattformen,
- Konzepte zur hochschulspezifischen Anpassung eines R/3-Systems,
- Kostenvergleiche zwischen Outsourcing- und Eigenbetrieb von R/3.

Ziel des hochschulspezifischen Vorgehensmodells für die Einführung von R/3 sind Kosteneinsparungen durch

- Verwendung vorgefertigter Projektbausteine im Rahmen der R/3-Einführung,
- Übernahme von Grobkonzepten und grundlegenden Einstellungen des R/3-Systems der Modellhochschulen,
- parallele R/3-Einführung,
- Nutzung von Outsourcing-Dienstleistungen,
- Verhandlung spezieller Lizenzregelungen.

### **R/3-Outsourcing**

Hohe Kosteneinsparungen beim Betrieb von SAP R/3 können durch die Inanspruchnahme einer Outsourcing-Dienstleistung realisiert werden. Die Client/Server-Architektur des R/3-Systems unterstützt einen für den Anwender transparenten Betrieb des R/3-Systems über ein Weitverkehrsnetz. Zwischen dem Kunden und dem Dienstleister können unterschiedliche Servicelevel vereinbart werden. Die Spanne reicht dabei von der reinen Systembetreuung des R/3-Systems bis hin zur umfassenden Anwenderunterstützung mit Hotline-Support, Netzwerkbetreuung beim Kunden und Anpassung und Erweiterung des R/3-Systems mit der 4GL-Sprache ABAP/4. Als Outsourcing-Anbieter kommen neben den kommerziellen Anbietern von Outsourcing-Dienstleistungen evtl. auch Hochschulen mit eigenem R/3-System in Frage.

OFFIS unterstützt die niedersächsischen Hochschulen und das MWK bei der Konzeption von Outsourcing-Modellen, mit Vergleichsrechnungen zwischen Outsourcing- und Eigenbetrieb und berät die Hochschulen und das MWK bei der Auswahl von Dienstleistern und Dienstleistungen.

### **Kooperationen**

Bei der Entwicklung des »Referenzmodells Hochschule« und des Vorgehensmodells für die R/3-Einführung an Hochschulen nutzt OFFIS einen intensiven Erfahrungsaustausch:

- Im Rahmen einer Kooperation mit der SAP AG erhält OFFIS eine R/3-Lizenz, die Modelle des R/3-Referenzmodells im R/3-Analyzer und frühzeitige Informationen zu Erweiterungen des R/3-Systems.
- Mit der KPMG Unternehmensberatung besteht eine Partnerschaft mit dem Ziel einer inhaltlichen Abstimmung und Ergänzung bei der Einführung von R/3 im Hochschulbereich. Die KPMG hat an zwei der drei am »Globalhaushalt an niedersächsischen Hochschulen« teilnehmenden Hochschulen die Einführung von R/3 beratend unterstützt. Im Rahmen der Partnerschaft mit OFFIS sollen die dabei gemachten Erfahrungen in die Entwicklung des Vorgehensmodells für die R/3-Einführung an Hochschulen einfließen.
- Für die von der HIS GmbH angebotenen hochschulspezifischen Software-Module zur Studenten- und Prüfungsverwaltung evaluiert OFFIS zusammen mit der HIS GmbH Möglichkeiten der Kopplung mit dem R/3-System. Die Funktionalität dieser Software-Module wird von SAP R/3 nicht abgedeckt, so daß ein konkretes Interesse am parallelen Einsatz von SAP R/3 und den Software-Modulen der HIS GmbH besteht.

OFFIS untersucht deshalb mit Unterstützung der HIS insbesondere die technischen Möglichkeiten des Datenaustausches zwischen R/3 und HIS-Modulen.

- OFFIS berät den Wissenschaftlichen Beirat des Modellversuchs, dessen Vorsitz das Centrum für Hochschulentwicklung (CHE) übernommen hat, bezüglich der Modellierung von Hochschulen sowie der Möglichkeiten und Auswirkungen von R/3-Einführungen. Die im Modellversuch »Globalhaushalt an niedersächsischen Hochschulen« gemachten Erfahrungen fließen damit in eine politische Diskussion über die zukünftige Entwicklung (nicht nur) niedersächsischer Hochschulen ein. ■

**Projektleiter:**

Prof. Dr. H.-J. Appelrath

**Ansprechpartner:**

Dr. R. Götze

Tel.: (04 41) 97 22-1 80

E-Mail: goetze@offis.uni-oldenburg.de

**Laufzeit:**

seit 8/1994

## Ein R/3-basiertes Referenzmodell für Krankenhausinformationssysteme

OFFIS untersucht gemeinsam mit der SNI (Siemens Nixdorf Informationssysteme AG) Entwicklungsmöglichkeiten für Referenzmodelle von Krankenhausinformationssystemen. Solche Modelle sollen bei der Einführung der Standard-Anwendungs-Software R/3 helfen, indem sie die branchentypischen Aspekte des Systems für die Sollkonzeption herausstellen. Neben der eigentlichen Entwicklung des Referenzmodells werden von OFFIS SNI-Projekte durch entsprechende Werkzeugeinsätze methodisch unterstützt. Dazu evaluiert OFFIS auch Werkzeuge zur Geschäftsprozeßmodellierung bzgl. ihrer Einsatztauglichkeit im Rahmen der R/3-Einführung.

### R/3-basiertes Referenzmodell für KIS

Unter einem Referenzmodell soll ein Modell verstanden werden, das aufgrund seiner Allgemeingültigkeit für die Erstellung mehrerer spezifischer Modelle herangezogen werden kann. Es muß nicht vollständig, aber soweit spezifiziert sein, daß es ohne Veränderung auch sinnvoll als unternehmensspezifisches Modell verwendet werden kann und an die konkreten Gegebenheiten einer Organisation anpaßbar ist.

Ausgangsbasis der Entwicklung des R/3-basierten Referenzmodells für Krankenhausinformationssysteme sind die Modelle des R/3-Referenzmodells der SAP AG. Die darin beschriebenen Prozesse werden hinsichtlich ihrer Relevanz für Krankenhäuser analysiert. Daran schließt die Modellierung krankenhausspezifischer Anforderungen mit dem ARIS-Toolset an. Zur Entwicklung eines R/3-basierten Referenzmodells für Krankenhausinformationssysteme muß das R/3-Referenzmodell angepaßt und erweitert werden. Dazu sind folgende Schritte notwendig:

Auswahl der benötigten betriebswirtschaftlichen Funktionsbereiche des R/3-Systems (z. B. Rechnungswesen mit Finanzbuchhaltung, Anlagenbuchhaltung, Materialwirtschaft, Patientenmanagement und -abrechnung),

Auswahl der benötigten betriebswirtschaftlichen Informationsstrukturen, Funktionen und Abläufe aus den jeweiligen Funktionsbereichen des R/3-Systems,

Erweiterung des Modells um nicht dokumentierte Informations- und Organisationsstrukturen, Funktionen und Abläufe des betrieblichen Informationssystems (z. B. informelle Vorgänge zur Entscheidungsfindung, Überprüfungen gesetzlicher Rahmenbestimmungen), die nicht vom Anwendungssystem unterstützt werden und somit nicht Teil des R/3-Referenzmodells sind,

sowie Erstellung und Einbindung von krankenhaustypischen Aufbauorganisationen.

### Auswahl der Module

Für die Funktionsbereiche eines Krankenhauses werden die folgenden Applikationen des R/3-Systems

herangezogen: FI (Financial Accounting) für das externe Rechnungswesen, CO (Controlling) für das interne Rechnungswesen, MM (Material Management) für die Materialwirtschaft, AM (Fixed Assets Management) für die Anlagenbuchhaltung, HR (Human Resources) für die Personalwirtschaft, PM (Plant Maintenance) für die Instandhaltung und IS-H (Industrial Solution Healthcare) für Patientenmanagement und -abrechnung. Des Weiteren wird für die Fakturierung ein Teil der Applikation SD (Sales Distribution) benötigt.

### Auswahl der benötigten Funktionen

Zur Auswahl der Funktionen, die Bestandteil des Referenzmodells sein sollen, bieten das ARIS-Toolset und das R/3-Referenzmodell die Möglichkeit der Anwendung von Prozeßauswahlmatrizen. Damit lassen sich z. B. Funktionen oder daraus aufgebaute Prozesse (sogenannte Szenarien), die im Krankenhaus nicht anzutreffen sind, wie z. B. die »Warenzugangsbearbeitung aus Produktion« im MM-Modul, herausfiltern bzw. anpassen. Ein Problem dabei ist, daß dadurch Lücken in den Szenarien (z. B. Lagermaterialabwicklung) entstehen können, die nachträglich manuell geschlossen werden müssen. Ferner werden die Beschreibungen der Daten- und Organisationssicht nicht automatisch angepaßt. So bleiben z. B. trotz der Tatsache, daß man aus dem Modul SD nur die Fakturierung benötigt, alle überflüssigen Entitätsmengen (wie z. B. aus dem Bereich Versand) in der Datensicht erhalten und müssen in Ermangelung einer systemseitigen Konsistenzsicherung ebenfalls manuell ausgefiltert werden.

### Zusätzliche Funktionen

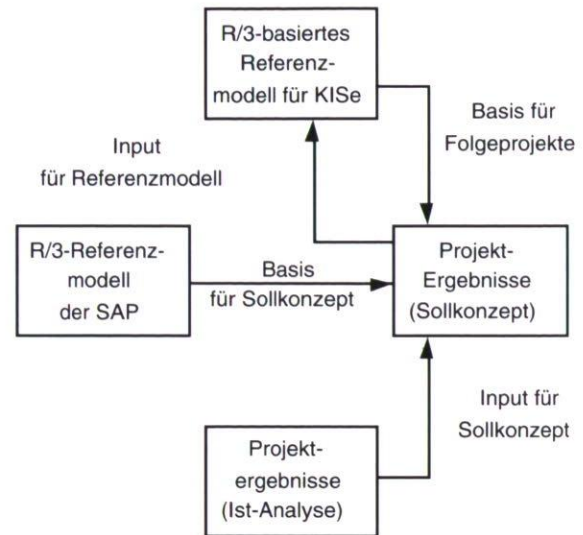
Die bestehenden Szenarien müssen z. B. um informelle Funktionen zur Entscheidungsfindung oder zur Überprüfung gesetzlicher Grundlagen erweitert werden. Diese Funktionen sind nicht Bestandteil des R/3-Referenzmodells, aber wesentlicher Bestandteil der Abläufe eines Krankenhausinformationssystems. So fließen z. B. in den Bereich Instandhaltung die Gesetze der Medizingeräte-Verordnung und in den Bereich Patientenabrechnung Vereinbarungen mit den Krankenkassen ein.

### Projektkooperation

OFFIS unterstützt die SNI in R/3-Krankenhausprojekten mit Know-how auf dem Gebiet der Geschäftsprozeßmodellierung. Die in diesen Projekten gewonnenen Ergebnisse liefern unverzichtbare Informationen zur Validierung und Weiterentwicklung des Referenzmodells. Den SNI-Beratern wird andererseits durch OFFIS-Know-how beim methodischen Vorgehen und im Umgang mit Werkzeugen zur Geschäftsprozeßmodellierung vermittelt. Bisher wurden die Funktionsbereiche Instandhaltung (Haus- und Medizintechnik) und Materialwirtschaft (Zentraleinkauf, Apotheke usw.) zweier Krankenhäuser in Projekten analysiert. Dabei wurden zuerst in Interviews die Ist-Situation des bestehenden Informationssystems und die Anforderungen der Anwender an das zukünftige R/3-System ermittelt. In einem zweiten Schritt wurden auf Basis des R/3-Referenzmodells die Sollprozesse ent-

wickelt. Die erarbeiteten Projektergebnisse fließen anonymisiert und verallgemeinert in das Referenzmodell ein.

In einem weiteren Teilprojekt wurden die Anforderungen an Schnittstellen zwischen dem Kostenrechnungssystem (R/3-CO) und anderen Subsystemen, wie den Laborsystemen und der Patientenverwaltung (Data-Plan), zum Aufbau einer Kostenträgerrechnung analysiert und in einem Fachkonzept dokumentiert.



Entstehung des Referenzmodells

### Werkzeuge

Neben dem bisher eingesetzten ARIS-Toolset (IDS Prof. Scheer GmbH) etablieren sich zunehmend Werkzeuge anderer Hersteller (z. B. SNI, VISIO und Intellicorp), die zur R/3-Einführung herangezogen werden. OFFIS evaluiert diese Werkzeuge in Hinblick auf die Verwendung in R/3-Einführungsprojekten. ■

### Projektleiter:

Prof. Dr. H.-J. Appelrath

### Ansprechpartner:

Dipl.-Inform. J. Ritter

Tel.: (04 41) 97 22-1 81

E-Mail: ritter@offis.uni-oldenburg.de

### Laufzeit:

1/1996 bis 12/1996



# Geschäftsprozeßmodellierung

OFFIS untersucht in mehreren Kooperationsprojekten den Nutzen rechnergestützter Geschäftsprozeßmodellierung mit heute verfügbaren Werkzeugen. Aus Sicht der in die Projekte eingebundenen, vorwiegend aus der Region stammenden Unternehmen sollen Anwendungsmöglichkeiten erkannt und Kenntnisse auf dem Gebiet der Geschäftsprozeßmodellierung erlangt werden. OFFIS unterstützt die Unternehmen mit Know-how auf diesem Gebiet und kann dabei selbst auf Basis der gewonnenen Anwendungsbeispiele Schwachstellen bestehender Ansätze erkennen und Erkenntnisse zur Verbesserung von Methoden, Werkzeugen und Vorgehensmodellen gewinnen.

## Geschäftsprozeßmanagement

Die Geschäftsprozeßmodellierung wird oftmals als ein »einmaliges«, abgeschlossenes (Teil-)Projekt angesehen. So werden z. B. im Rahmen der Anforderungsanalyse und der Sollkonzeption betrieblicher Informationssysteme der Ist- und der angestrebte Sollzustand der Unternehmensprozesse modelliert, bei späteren Änderungen aber nicht mehr aktualisiert (keine »Dynamisierung«).

Die explizite Formulierung der im Unternehmen auftretenden Prozesse wird auch zunehmend durch differenzierte Kundenwünsche gefordert. So definiert der Qualitätsstandard nach ISO-9000 u. a., daß der Lieferant seine Produktions-, Montage- und Wartungsabläufe identifiziert und plant. Auch die dazu notwendigen Geschäftsprozeßmodelle (als Bestandteil von Qualitätsmanagement-Handbüchern) werden i. d. R. erst kurz vor dem nächsten Qualitäts-Auditing aktualisiert.

Diese Beispiele zeigen, daß ein Unternehmen (zumindestens langfristig) nicht auf eine angemessene und konsistente Dokumentation von Geschäftsprozessen verzichten kann. Sollen diese Vorgänge zudem keine »einmaligen Aktionen« bleiben, muß ein kontinuierliches Geschäftsprozeßmanagement angestrebt werden. Dazu werden in wiederkehrenden Phasen die Geschäftsprozesse analysiert, entworfen, implementiert und ausgeführt. Nach der Analyse und dem Entwurf mit Hilfe von Modellierungswerkzeugen können Geschäftsprozesse z. B. in Workflow-Managementsystemen (WFMS) implementiert und ausgeführt werden. WFMS bieten die Möglichkeit, vorgedachte Prozesse durch DV-Unterstützung organisatorisch zu straffen und durch erzwungene Schritte in der Qualität zu sichern. Aus den erstellten Modellen können ferner Organisationshandbücher (halb-) automatisch generiert werden. Zur Kontrolle der Prozesse werden dann Simulations- und Prozeßkostenrechnungssysteme eingesetzt. Die Prozeßkostenrechnung ermöglicht, anhand der Geschäftsprozesse die Kostenverursacher zu ermitteln und zur verursachungsgerechten Verteilung der Gemeinkosten und zur späteren Kontrolle der angefallenen Kosten heranzuziehen. Dies ist besonders vor dem Hintergrund des steigenden Gemeinkostenanteils in Unternehmen und dem damit verbundenen Wunsch nach einem Controlling der



indirekt produktiven Leistungsbereiche wünschenswert. Damit können Leistungen identifiziert, mittels der internen Kostenverrechnung bewertet und gegebenenfalls in einer neuen Planungsphase optimiert werden.

## Werkzeuge

Da Geschäftsprozesse eines Unternehmens einem ständigen Wandel unterliegen, werden Software-Werkzeuge benötigt, die ein flexibles Management dieser Prozesse ermöglichen. Die meisten der heute auf dem Markt existierenden Werkzeuge wurden nicht in Richtung auf ein solches »Geschäftsprozeßmanagement« entwickelt. Vielmehr entstanden sie aus CASE-Werkzeugen oder aus Werkzeugen, die für die »fachliche Konzeption« von Informationssystemen entwickelt wurden. Im Laufe der Zeit haben sich jedoch spezifischere Werkzeuge für die folgenden Aufgabenstellungen herauskristallisiert:

- Fachkonzeption und Dokumentation von Anwendungs-/ Informationssystemen,
- Analyse und Simulation von Geschäftsprozessen,
- Prozeßkostenrechnung,
- Workflow-Management und
- QM-Handbucherstellung.

Es existiert noch kein Werkzeug, das alle diese Aufgaben hinreichend integriert löst. Zwar gibt es Werkzeuge, die einen Teil der Aufgaben abdecken, allerdings läßt die Integration der Einzelkomponenten noch zu wünschen übrig. So bieten die Anbieter von Standard-Anwendungssystemen zu ihren Systemen Werkzeuge zur Modellierung und Konzeption der Geschäftsprozesse an. Für die Prozeßkostenrechnung gibt es weitere Werkzeuge, die auf den Ergebnissen der Geschäftsprozeßmodellierung und der traditionellen Kostenstellenrechnung aufbauen, aber mit den dort eingesetzten Systemen nicht hinreichend »verträglich« sind. Eine ganze Reihe von Software-Anbietern bieten Workflow-Managementsysteme an, die aber i. d. R. auch noch nicht Bestandteil eines werkzeuggestützten Geschäftsprozeßmanagements sind.

## Erfahrungen

In allen OFFIS-Projekten zum Thema Geschäftsprozeß-

## Konzeption und Evaluierung betrieblicher Informationssysteme

modellierung (z. B. in der Lebensmittel-, in der stückfertigen und in der Dienstleistungsindustrie) war und ist die Modellierung Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen. Ausgehend von den im Rahmen von Ist-Analysen erstellten Geschäftsprozeßmodellen wurde u. a. demonstriert, wie sich diese Modelle

- als Grundlage zur Diskussion zwischen DV-Organisations- und Fachabteilungen,
- zur Vorbereitung einer ISO-9000-Zertifizierung (QM-Handbucherstellung),
- zur Dokumentation und Analyse des Ist-Zustandes betrieblicher Informationssysteme sowie
- zur Vorbereitung des Einsatzes eines Workflow-Managementsystems

nutzen lassen.

In diesen Projekten war zu erkennen, daß Werkzeuge zur Geschäftsprozeßmodellierung ein gutes Diskussionsmedium zwischen DV- und Fachabteilung darstellen. Sie zeichnen sich vor allem gegenüber unzureichenden, aber unverändert im betrieblichen Umfeld auch für die Prozeßmodellierung eingesetzten Zeichen- und Textverarbeitungsprogrammen durch ihre Integritätsprüfungen und Auswertungsmöglichkeiten aus. Die Kompatibilität zu verschiedenen Anwendungsgebieten (QM, Prozeßkostenrechnung usw.) ist in heutigen Systemen erst angedacht. Keines der heute existierenden Werkzeuge ermöglicht eine wirklich integrierte Sicht auf die Prozesse und ihre Daten. So werden Beschreibungen von Geschäftsprozessen getrennt von Workflow-Management- und Prozeßkosteninformationen gehalten. Und im Rahmen des Workflow-Managements muß der Übergang vom Geschäftsprozeßmodell zur Workflow-Definition heute i. d. R. manuell vorgenommen werden. ■

### Projektleiter:

Prof. Dr. H.-J. Appelrath

### Ansprechpartner:

Dipl.-Inform. J. Ritter

Tel.: (04 41) 97 22-1 81

E-Mail: ritter@offis.uni-oldenburg.de

### Laufzeit:

je nach Projekt

Die Konzeption betrieblicher Informationssysteme besteht aufgrund der Vielzahl leistungsfähiger Software-Produkte für diesen Anwendungsbereich immer häufiger in der kompetenten und seriösen Auswahl, Evaluierung und Kombination kommerzieller Software-Systeme statt im Entwurf von Individualsoftware. Die steigende Komplexität dieser Software-Systeme erfordert fundiertes Wissen, ein methodisches Vorgehen und häufig auch Werkzeugunterstützung bei der Bearbeitung folgender Aufgaben:

- Istanalyse der betrieblichen Strukturen und Geschäftsprozesse,
- Sollkonzeption des betrieblichen Informationssystems,
- Auswahl und Evaluierung kommerzieller Hard- und Software-Produkte sowie
- Festlegung geeigneter Schnittstellen zwischen den einzelnen Software-Systemen.

OFFIS ist grundsätzlich bestrebt, bei der Konzeption betrieblicher Informationssysteme moderne Software-Werkzeuge, z. B. für die Geschäftsprozeßmodellierung und -optimierung, in Kombination mit einem methodischen Vorgehen anzuwenden. Anwendungsgebiete dieser Methoden und Werkzeuge sind die Istanalyse, die Sollkonzeption und die Systemauswahl. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wird im Forschungsbereich 9 umfangreiches Know-how über entsprechende Software-Werkzeuge und -Systeme, Vorgehensmodelle und Anwendungsmethoden vorgehalten und kontinuierlich ausgebaut.

Im Jahr 1996 wurden diese Zielsetzung im Rahmen von mehreren, teilweise bereits 1995 begonnenen Kooperationsprojekten zusammen mit regionalen Unternehmen und Einrichtungen verfolgt. Repräsentative Beispiele für diese Kooperationsprojekte sind:

- die DV-Konzeption für eine öffentliche Einrichtung mit heterogenen, verteilten Standorten,
- die Integration von Workflow- und Groupware-Funktionalität und
- die Evaluierung von Tourenplanungsprogrammen.

Neben diesen nachfolgend ausführlicher dargestellten Projekten wurden in weiteren Projekten zusätzlich folgende Problemstellungen bearbeitet:

- die Sollkonzeption eines branchenspezifischen Software-Systems,
- die Evaluierung eines Standard-Software-Systems und
- die Konzeption einer mittelfristigen DV-Strategie.

### DV-Konzeption für eine öffentliche Einrichtung

Das in 1995 begonnene Projekt zur Erstellung einer DV-Gesamtkonzeption für eine regionale öffentliche Einrichtung mit ca. 50 dezentralen Standorten wurde in 1996 soweit fortgesetzt, daß die Hardware- und Software-Systeme für die Zentrale und die angeschlossenen Einrichtungen ausgewählt wurden.

Ziele bzw. Randbedingungen des Projektes sind:

- die Verdichtung heterogener Anforderungsdefinitionen zu einer prozeßorientierten Sollkonzeption,
- ein Kompromiß zwischen der Abdeckung von Individualanforderungen und einem geringen Wartungs- und Betreuungsaufwand durch Auswahl weniger Software-Produkte,
- die Einhaltung von definierten Schnittstellen zwischen den zentral und dezentral einzusetzenden Systemen sowie
- die Auswahl moderner Software-Produkte, die über eine graphische Benutzungsoberfläche, ein relationales Datenbank-Managementsystem und offene Schnittstellen verfügen.

Unter diesen Rahmenbedingungen wurden nach einer prozeßorientierten Anforderungsanalyse in den dezentralen Einrichtungen eine verdichtete Sollkonzeption entwickelt und mehrere Software-Produkte bezüglich der Abdeckung dieser Anforderungen evaluiert.

Funktional decken diese Software-Produkte das Finanz- und Rechnungswesen sowie die Leistungsabrechnung und -dokumentation ab. Außerdem wurden verschiedene Software-Systeme und Verfahren für die Personalabrechnung untersucht, um ein vorhandenes System mittelfristig abzulösen.

### **Integration von Workflow- und Groupware-Systemen**

Eine der wichtigsten Anwendungen der Geschäftsprozeßmodellierung ist die Konzeption und Implementierung eines Workflow-Managements. Während Workflow-Management für viele Unternehmen noch eine relativ neue Technologie darstellt, haben sich Groupware-Systeme, wie z. B. Lotus Notes, bereits als Bestandteil der innerbetrieblichen Kommunikation etabliert.

Mit der Einführung von Workflow-Managementsystemen stellt sich deshalb häufig die Frage nach der Interoperabilität mit vorhandenen Groupware-Systemen. In Kooperation mit einem regionalen Unternehmen hat OFFIS diese Problemstellung exemplarisch anhand von Lotus Notes untersucht.

Dafür wurden auf Lotus Notes aufsetzende Workflow-Managementsysteme nach einem allgemeinen Kriterienkatalog evaluiert. Im Mittelpunkt dieser Evaluierung stand die Frage der Gleichwertigkeit von monolithischen und – als Erweiterungen von Groupware-Systemen – konzipierten Workflow-Managementsystemen. Aufbauend auf dem in OFFIS vorhandenen Know-how über das Geschäftsprozeßmanagement wurden insbesondere die Mächtigkeit der Modellierungsmethoden sowie die Möglichkeiten einer dynamischen Anpassung der implementierten Workflows an veränderte Unternehmensstrukturen und -abläufe betrachtet und in einem vergleichenden Evaluierungsbericht zusammengefaßt.

### **Evaluierung von Tourenplanungsprogrammen**

Tourenplanungsprogramme kommen insbesondere in Unternehmen mit großen Fuhrparks zum Einsatz und basieren auf dem klassischen Informatikproblem des »Traveling Salesman«, bei dem ein Handelsreisender mehrere Orte auf dem kürzesten Weg erreichen will,

ohne einen Ort zweimal zu besuchen. Mit steigender Komplexität dieses sogenannten NP-vollständigen Problems wächst der Aufwand exponential, so daß Algorithmen deshalb häufig Heuristiken zur Problemreduzierung verwenden. In praktischen Anwendungen wird dieses Problem häufig durch die Berücksichtigung zusätzlicher Meta-Informationen erweitert, wie z. B.:

- Geschwindigkeits- und Gewichtsbegrenzungen,
- Verkehrsführung,
- Straßentypen,
- Geschwindigkeit von Fahrzeugen und
- Hauptverkehrszeiten.

Hinzu kommen häufig Anforderungen an die Schnittstellen zu vorhandenen Software-Systemen für die Auftragsbearbeitung und den Vertrieb. OFFIS unterstützt gegenwärtig ein regionales Unternehmen bei der Ausarbeitung einer Anforderungsdefinition und der Auswahl eines geeigneten Systems. Die gleichzeitige Anwendung der Tourenoptimierung auf die Anlieferung von Produktionsrohstoffen und die Auslieferung von Fertigprodukten erhöht die Komplexität des allgemeinen Tourenplanungsproblems in diesem Fall noch einmal erheblich.

Zur Problembeschreibung werden von OFFIS zunächst eine Anforderungsdefinition erstellt und dabei die Anforderungen an die Schnittstellen durch ein Datenmodell dokumentiert. Potentiell geeignete Systeme werden anhand dieser Anforderungen evaluiert. Ziel dieser Evaluierung ist die Ermittlung des funktionalen Abdeckungsgrades der Anforderungen sowie des Umfangs der erforderlichen Individualanpassungen. ■

### **Projektleiter:**

Prof. Dr. H.-J. Appelrath

### **Ansprechpartner:**

Dr. R. Götze

Tel.: (04 41) 97 22-1 80

E-Mail: goetze@offis.uni-oldenburg.de

### **Laufzeit:**

seit 1995

## Evaluierung von CASE-Werkzeugen

Das Projekt CASE\_DB befaßt sich mit der Auswahl von Software-Entwicklungsumgebungen für Reengineering-Aufgaben und Neuentwicklungen im Bereich kommerzieller Informationssysteme. CASE\_DB wird in Kooperation mit einem Energieversorgungsunternehmen durchgeführt. Es werden moderne Entwicklungswerkzeuge und CASE-Umgebungen ausgewählt, anhand von Prototypen erprobt und spezifische Programmierrichtlinien sowie UI-Style-Guides auf der Basis existierender Standards erstellt.

Auch 1996 wurde die Datenbank Microsoft Access 2.0 als Entwicklungsumgebung für kleine und mittlere Systeme evaluiert. Schwerpunkte bildeten dabei die Integration von Fremdsystemen sowie Konfiguration und Tuningmaßnahmen beim Austausch des »Back End«-DBMS Access durch den MS-SQL-Server.

Darüber hinaus wurden Werkzeuge zur Erweiterung der Access-Entwicklungsumgebung konzipiert und umgesetzt. Dabei handelt es sich um einen Datenmodell-Dokumentierer, einen Berichtsgenerator für die Laufzeitumgebung und um die Bereitstellung universeller Zugriffsmöglichkeiten, sogenannter »Universallisten«. Mit diesen können Anwender die Daten komplexer Abfragen in ergonomischer Form auf dem Bildschirm weiter selektieren, formatieren und zum Druck aufbereiten.

Außerdem wurde der bereits erstellte Style-Guide mit Richtlinien für die Gestaltung der Benutzungsoberfläche und die Programmierung von Access-Anwendungen modifiziert und erweitert. Prototypen sind die im folgenden vorgestellten Systeme WINIS, KIS und GDIS mit unterschiedlichen Untersuchungsschwerpunkten.

WINIS (Windenergie Informationssystem) ist ein Informationssystem zur Verwaltung von Energieerzeugern und wurde entwickelt, um insbesondere Windenergieanlagen, aber auch andere Energieeinspeiser wie z. B. Blockheizkraftwerke und Photovoltaikanlagen zu verwalten, abzurechnen, technische Daten auszuwerten und Informationen über die zu erwartende Entwicklung des Windenergieaufkommens der kommenden Jahre abzurufen. Eine Erweiterung von WINIS um sogenannte Windzonen ermöglicht den Abgleich mit den Werten von Fernwirkanlagen und Wetterdaten, um den Strombezug des Energieversorgers zu optimieren.

Die seit 1994 im Einsatz befindliche Claris File-MakerPro-Version von WINIS wurde Ende 1995 von der Reimplementierung mit Access 2.0 abgelöst, was die erhoffte Performanceverbesserung mit sich brachte sowie zusätzliche graphische Auswertungen und die Realisierung von Menüs ermöglichte.

Das System wird in lokalen Netzen der neun über die Weser-Ems-Region verteilten Betriebsabteilungen eingesetzt. Die Konzeption zur Konfiguration des Systems als Netzwerkinstallation sieht einen zentralen Datenbankserver und passende Zugriffsberechtigungen vor. Theoretische Überlegungen und Laufzeitmessungen ergaben jedoch, daß bei der verfügbaren Hard- und

Software die angestrebte Lösung noch nicht praktikabel ist. Eine Übergangslösung berücksichtigt den lokalen Einsatz von WINIS in den Betriebsabteilungen mit entsprechender Bereitstellung der dezentralen Daten in der Hauptverwaltung für Auskünfte und Auswertungen über den Gesamtdatenbestand. Langfristig ist der MS-SQL-Server als zentrales DBMS vorgesehen.

KIS (Key Information System) ist ein Informationssystem zur Verwaltung von Schließanlagen. Es beinhaltet u. a. die Lagerhaltung von Schlüsseln und Zylindern mit der Generierung von Bestellungen unter Berücksichtigung definierter Mindestbestände. Darüber hinaus unterstützen eingescannte Gebäudepläne, implementierte Schließpläne sowie Informationen über registrierte und an Mitarbeiter ausgegebene Schlüssel die Sachbearbeitung. Eine besondere Aufgabe lag in der anwenderfreundlichen Aufbereitung der Schließpläne. Die in DIN-A3-Format vorliegenden Tabellen mit hoher Informationsdichte werden auf einem 17-Zoll-Monitor bei einer Auflösung von 1024 x 786 dargestellt.

KIS wird verteilt eingesetzt und arbeitet momentan mit einer zentralen MS Access-Datenbank. Außerdem enthält KIS eingebundene OLE-Objekte, das sind in diesem Fall Gebäudepläne, die nach dem Anklicken des Objekts in KIS in einem Graphikprogramm modifizierbar sind.

GDIS (Grunddienstbarkeiten Informationssystem) ist ein Informationssystem zur Verwaltung von Grunddienstbarkeiten. Dabei sollen die Betriebsdaten von Gas- und Hochdruckleitungen ebenso berücksichtigt werden wie die bei deren Bau benötigten Informationen. Da in GDIS Angaben der Kataster- und Grundbuchämter benötigt werden, wird eine Anbindung an das von der Bezirksregierung verwaltete, automatisierte Liegenschaftsbuch (ALB) angestrebt, um die erforderlichen Informationen zu erfassen und später zu pflegen.

Ein weiteres Thema sind Techniken zur (linearen) Optimierung, z. B. des Gasbezugs im Rahmen differenzierter Verträge mit verschiedenen Anbietern. Die OFFIS-Aufgaben liegen hier in der Modellierung des mathematischen Optimierungsproblems, der Evaluation prinzipiell geeigneter Software-Pakete und einer Integration der ausgewählten Software durch Bereitstellung angemessener Schnittstellen.

Zur Vorbereitung des Einsatzes eines Workflow-Managementsystems (WfMS) erstellt OFFIS einen Anforderungskatalog, evaluiert damit das System SAP Business Workflow und entwirft eine Methode zur Entwicklung Wf-gestützter Informationssysteme. Auch hier wird ein Prototyp erstellt, um Erfahrungen zu sammeln, Ergebnisse zu demonstrieren und die Diskussion erkannter Probleme zu unterstützen. ■

### Leitung:

Prof. Dr. H.-J. Appelrath

### Ansprechpartner:

Dipl.-Inform. A. Jasper

Tel.: (04 41) 97 22-1 84

E-Mail: jasper@offis.uni-oldenburg.de

### Laufzeit:

seit 10/1992

## Kommunikationsinitiative Weser-Ems

Leistungsfähige Kommunikationssysteme bilden das Rückgrat einer modernen Kommunikationsgesellschaft. Insbesondere Hochschulen, Forschungseinrichtungen sowie innovative Unternehmen und Institutionen benötigen rechnergestützte Kommunikationssysteme, die einen weltweiten Informationsaustausch gestatten. Zentrale Technologie für den Aufbau der dafür benötigten Kommunikationsinfrastrukturen ist das Internet, das einen effektiven und kostengünstigen Datenaustausch ermöglicht. Die Verfügbarkeit leistungsfähiger Internet-Zugänge, insbesondere für Unternehmen, ist in vielen Regionen jedoch bisher noch unzulänglich.

Entsprechend seines satzungsgemäßen Auftrags zur Förderung regionaler Strukturen hat sich OFFIS zusammen mit der Universität Oldenburg sowie führenden Unternehmen und Institutionen im Rahmen der Kommunikationsinitiative Weser-Ems am Aufbau eines leistungsfähigen Internet-Zugangs in der Region Weser-Ems maßgeblich beteiligt.

Zielsetzung dieses Projekts ist die Erprobung und Förderung leistungsfähiger Datennetze für die Region Weser-Ems zur innerbetrieblichen und betriebsübergreifenden Kommunikation, welche darüber hinaus Zugänge zu internationalen Datennetzen und Informationsangeboten bieten. Hierdurch soll Unternehmen, Behörden, Institutionen und Privatpersonen der Region Weser-Ems die Möglichkeit eröffnet werden, sich mit den Fähigkeiten moderner Kommunikationstechniken vertraut zu machen und diese konsequent zu nutzen. Konkret können durch die Realisierung dieses Vorhabens dann nicht nur die weltweit vorhandenen Datenbanken erprobt und elektronische Nachrichten versendet werden, sondern auch die in der Region zum Teil bereits vorhandenen Online-Informationendienste genutzt werden.

Die technische Grundlage für dieses Vorhaben bildet ein zentraler Internet-Zugang im OFFIS-Gebäude, an den zunächst die Gründungsmitglieder der Kommunikationsinitiative Weser-Ems (EWE Aktiengesellschaft, Kommunale Datenverarbeitung Oldenburg, OFFIS, Oldenburgische Landesbank und Universität Oldenburg) über Lichtwellenleiter angeschlossen werden. Hierdurch stehen den Trägern der Kommunikationsinitiative Weser-Ems Übertragungsraten zur Verfügung, die auch in absehbarer Zeit noch nicht ausgeschöpft werden können. In einer weiteren Ausbaustufe erfolgt dann die Einrichtung von regionalen Einwählpunkten, die angeschlossenen Unternehmen und Privatpersonen einen Zugang zu regionalen, nationalen und internationalen Kommunikationsdiensten bieten. Die Erschließung der Region Weser-Ems erfolgt bei Bedarf ebenfalls über Lichtwellenleiter der EWE, so daß auch hier extrem hohe Übertragungsraten angeboten werden können. Spätestens nach Abschluß der Pilotphase zum Ende des Jahres 1998 ist eine Etablierung der Kommunikationsinitiative Weser-Ems als fester Bestandteil der regionalen Infrastruktur zu erwarten.

Ziel ist es, den Kreis der gegenwärtig in der Kommunikationsinitiative Weser-Ems zusammengeschlossenen Unternehmen und Einrichtungen um weitere Unternehmen und Einrichtungen der Region Weser-Ems zu ergänzen. Hierdurch kann dauerhaft die Versorgung der Region Weser-Ems mit leistungsfähigen Informations- und Kommunikationssystemen sichergestellt und die Attraktivität der Region nachhaltig gefördert werden. Darüber hinaus eröffnet sich im Rahmen dieses Projekts die Möglichkeit zu einer Zusammenarbeit zwischen Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Behörden, Verbänden und vor allem der Wirtschaft, bei der entscheidende Marktanteile der Telekommunikation und größere Anteile am Wertschöpfungsprozeß in der Wirtschaftsregion Weser-Ems bleiben. ■

### **Projektleiter:**

Prof. Dr. H.-J. Appelrath

### **Ansprechpartner:**

Dr. M. Burke

Tel.: (04 41) 97 22-1 76

E-Mail: burke@offis.uni-oldenburg.de

### **Laufzeit:**

seit 5/1996

## Beratung im Bereich Vernetzung

Durch die kurzen Innovationszyklen in der Telekommunikation und die steigenden Anforderungen an die Datenkommunikation müssen Unternehmen immer häufiger neue Kommunikationstechnologien bewerten und auf ihre Einsatzfähigkeit hin untersuchen. Aufbauend auf dem in Forschungsprojekten erarbeiteten Know-how widmet sich OFFIS diesen Anforderungen durch die Konzeption und Analyse von Rechnernetzen. Diese Projekte werden in Kooperation mit regionalen Unternehmen und Einrichtungen durchgeführt und beziehen sich sowohl auf den Nah- als auch auf den Weitverkehrsbereich. Die Hersteller- und Produktunabhängigkeit von OFFIS ist dabei die Garantie für eine neutrale Unterstützung des Kooperationspartners. Darüber hinaus engagiert sich OFFIS gegenüber der Region Weser-Ems beim Aufbau regionaler Kommunikationsinfrastrukturen, die Unternehmen und Einrichtungen der Region die Nutzung neuer Kommunikationstechnologien ermöglicht.

### Konzeption von Rechnernetzen

In verschiedenen Projekten werden von OFFIS in enger Zusammenarbeit mit regionalen Unternehmen Konzeptionen für Rechnernetze erstellt. Hierbei werden in den einzelnen Unternehmen Probleme analysiert, Anforderungen definiert, Produkte ausgewählt, Angebote bewertet und konkrete Empfehlungen ausgearbeitet. Ziel dieser Projekte ist die Optimierung von Rechnernetzen im Nah- und Weitverkehrsbereich hinsichtlich betriebswirtschaftlicher und technologischer Kriterien. Dabei werden insbesondere neue Technologien auf ihre Einsatzfähigkeit im konkreten Unternehmen untersucht und die Folgekosten von unterschiedlichen Realisierungsalternativen abgeschätzt.

Neben lokalen Netzen müssen in Unternehmen mit mehreren Standorten auch die Anforderungen der Weitverkehrsvernetzung berücksichtigt werden. Die Öffnung des Telekommunikationsmarktes wird den Unternehmen dabei verschiedene Alternativen für die Realisierung von Weitverkehrsnetzen bieten, aber auch die Konzeption und den Auswahlprozeß erschweren, so daß eine fachlich fundierte Unterstützung zukünftig verstärkt benötigt wird.

Mit der zunehmenden Nutzung des Internets in nahezu allen Bereichen der Rechnernetzung bieten sich für Unternehmen und Einrichtungen neue Möglichkeiten der weltweiten Kommunikation, denen sich OFFIS in Forschung und Praxis widmet.

### Analyse von Rechnernetzen

Technische Probleme und hohe Kosten in der Rechnernetzung können vielfältige Ursachen haben. Ihre Analyse erfordert deshalb detailliertes Know-how über die eingesetzten Technologien, das nur von Spezialisten vorgehalten werden kann. Im Rahmen mehrerer Projekte wurden von OFFIS bereits Analysen von Rechnernetzen (z. B. ISDN und Datex-P) durchgeführt.

Als Grundlage für die Analyse dienen häufig Rohdaten, die über einen längeren Zeitraum gesammelt werden. Aus diesen Daten können dann die Pakete der einzelnen Netzwerkschichten (Sicherheitsschicht, Vermittlungsschicht, Transportschicht und Anwendungsschicht) rekonstruiert werden, so daß eine Zuordnung der Probleme bzw. Kosten zu den verschiedenen Verursachern (Applikationen, Rechner) möglich wird. Ziel dieses Vorgehens ist es, Ursachen der Probleme bzw. Kosten aufzudecken und Vorschläge für deren Behebung oder Reduzierung zu unterbreiten. ■

#### Projektleiter:

Prof. Dr. W. P. Kowalk

#### Ansprechpartner:

Dr. M. Burke

Tel.: (04 41) 97 22-1 76

E-Mail: burke@offis.uni-oldenburg.de

#### Laufzeit:

seit 7/1995

## Schulung und Veranstaltungen

Die Vermittlung aktuellen Informatik-Know-hows in die Region gehört zu den satzungsgemäßen Aufgaben von OFFIS und wurde 1996 – wie in den Vorjahren – durch Schulungen, Veranstaltungen und Arbeitskreise praktiziert. Schwerpunkte bildeten dabei erneut

- die Vorlesung »Wirtschaftsinformatik« für die Verwaltungs- und Wirtschaftsakademie (VWA) Oldenburg,
- der Arbeitskreis »Software-Partner Weser-Ems«,
- der Arbeitskreis »DV-Systeme und -Organisation« sowie
- mehrere themenspezifische Workshops.

### **Vorlesung »Wirtschaftsinformatik«**

In der seit drei Jahren anhaltenden Zusammenarbeit mit der IHK Oldenburg hat OFFIS die auf 80 Stunden ausgelegte Vorlesung »Wirtschaftsinformatik« der Verwaltung- und Wirtschaftsakademie im Jahr 1996 für insgesamt drei Studiengänge fortgesetzt. Inhaltliche Schwerpunkte dieser Veranstaltung sind:

- Grundlagen der Informatik,
- betriebliche DV-Systeme,
- computerunterstützte Planung und
- Systemanalyse.

In den von OFFIS-Mitarbeitern des Forschungsbereichs 9 gehaltenen Vorlesungen werden aus dem breiten Themengebiet »Wirtschaftsinformatik« praxisrelevante Themen ausgewählt und anhand aktueller Beispiele veranschaulicht.

### **Arbeitskreis »Software-Partner Weser-Ems«**

Der im Jahr 1994 gegründete Arbeitskreis »Software-Partner Weser-Ems« wurde 1996 durch vier Veranstaltungen mit folgenden Themen fortgeführt:

- Geschäftsprozeßmodellierung,
- SAP R/3,
- Kooperative und objektorientierte Software-Entwicklung,
- Software-Entwicklung mit ODBC.

Zu diesen Themen, die mit den Mitgliedern des Arbeitskreises abgestimmt wurden, hat OFFIS i. a. externe Referenten mit einschlägiger Erfahrung eingeladen. OFFIS bietet den Software-Häusern der Region damit die Möglichkeit, zu aktuellen Themen aus der Praxis unabhängig von den Projektschwerpunkten in OFFIS das Know-how von Experten zu konsultieren und mit diesen Möglichkeiten einer praktischen Umsetzung zu diskutieren.

### **Arbeitskreis »DV-Systeme und -Organisation«**

Um diesen Know-how-Transfer nicht nur den Software-Häusern anzubieten, hat OFFIS 1995 in Zusammenarbeit mit dem Arbeitgeberverband Oldenburg einen weiteren Arbeitskreis mit Namen »DV-Systeme und -Organisation« gegründet. Zielgruppe sind die DV-Verantwortlichen in regionalen Unternehmen, deren Kerngeschäft nicht die eigentliche Software-Entwicklung ist. Aufbauend auf einer Umfrage unter den potentiellen Teilnehmern und einer Abstimmung im Rahmen der

Veranstaltungen wurden 1996 folgende Themen durch Vorträge und Diskussionen behandelt:

- Digitale Kommunikation,
- SAP R/3,
- Geschäftsprozeßmodellierung,
- Betriebliche Anwendungen des Internet,
- Optische Archivierung und Dokumentenmanagement. ■

### **Ansprechpartner:**

Sekretariat

Tel.: (04 41) 97 22-1 13/1 01

E-Mail: sekretariat@offis.uni-oldenburg.de





## Ausgewählte Veröffentlichungen

H.-J. Appelrath, F. Christoffers, J. Friebe: *ATKIS-basierter Raumbezug im Niedersächsischen Krebsregister*. In: H. Lessing, U. W. Lipeck (Hrsg.): *Informatik für den Umweltschutz - 10. Symposium*, Metropolis-Verlag, Hannover, S. 306-317, 1996.

H.-J. Appelrath, J. Friebe, H. Hinrichs, V. Kamp, J. Rettig, W. Thoben, F. Wietek: *Softwarewerkzeuge für (epidemiologische) Krebsregister*. In: *GMDS-Jahrestagung 1996*, Bonn, 1996.

H.-J. Appelrath, R. Götzte: *SAP R/3-Einführungen an niedersächsischen Hochschulen im Rahmen des Modellvorhabens Globalhaushalt*. In: *Globalhaushalte: Modelle und Erfahrungen*, Technische Universität Clausthal, Workshop-Proceedings, S. 95-126, 1996.

H.-J. Appelrath, J. Michaelis, I. Schmidtman, W. Thoben: *Empfehlungen an die Bundesländer zur technischen Umsetzung der Verfahrensweisen gemäß Gesetz über Krebsregister (KRG)*. In: *Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie*, 27(2), S. 101-110, 1996.

A. Barth, M. Eichelberg, S. von Gehlen, A. J. Hewett, P. Jensch: *Integrating CSCW and Video-Conferencing in Telemedicine*. In: J. Bender, J. P. Christiansen, J.-R. Scherrer, P. McNair (Hrsg.): *Medical Informatics Europe '96*, IOS Press, Part A, S. 123-127, 1996.

A. Barth, M. Bottlinger, P. Jensch: *Fernberatung in der Lebensmittelindustrie über ISDN*. In: H. Krcmar, H. Lewe, G. Schwabe (Hrsg.): *Herausforderung Telekooperation - Einsatzerfahrungen und Lösungsansätze für ökonomische und ökologische, technische und soziale Fragen unserer Gesellschaft*, Springer, S. 157-171, 1996.

D. Boles, M. Dreger, K. Großjohann: *MeDoc Information Broker - Harnessing the Information in Literature and Full Text Databases*. In: *NIR Workshop SIGIR*, 1996.

M. Broy, W. Damm, M. Eckrich, W. Mala, G. Venzl: *Korrekte Software für sicherheitskritische Systeme. Das Projekt KORSYS im Überblick*. In: *Statusseminar des BMBF - Softwaretechnologie, Projektträger Informationstechnik des BMBF bei der DLR e. V., Berlin*, S. 337-346, 1996.

W. Damm, G. Döhmen, J. Helbig, P. Kelb, R. Schlör, W. Grass, C. Grobe, S. Lenk, W.-D. Tiedemann: *Specification Languages*. In: C. Delgado Kloos, W. Damm (Hrsg.): *The FORMAT Approach to Correct Hardware Design*, Springer-Verlag, 1996.

W. Damm, G. Döhmen, R. Herrmann, P. Kelb, H. Pargmann, R. Schlör: *Verification Flow*. In: C. Delgado Kloos, W. Damm (Hrsg.): *The FORMAT Approach to Correct Hardware Design*, Springer-Verlag, 1996.

C. Delgado Kloos, W. Damm (Hrsg.): *The FORMAT Approach to Correct Hardware Design*. Springer Verlag, 1996.

M. Eichelberg, E. Cordonnier, J. Piqueras, A. J. Hewett, P. Jensch: *RETAIN: Multimedia Teleradiology on the Pan-European Information Superhighway*. In: H. U. Lemke, M. W. Vannier, K. Inamura, A. G. Farman (Hrsg.): *Computer Assisted Radiology, CAR '96*, Elsevier Science B. V., S. 531-536, 1996.

M. Eichelberg, E. Cordonnier, J. Piqueras, A. J. Hewett, P. Jensch: *Experiences in Teleradiology using a Combination of ATM and ISDN Wide Area Networks*. In: R. Gilbert Jost, S. J. Dwyer III (Hrsg.): *Medical Imaging 1996: PACS Design and Evaluation: Engineering and Clinical Issues*, Proceedings SPIE, Vol. 2711, S. 522-530, 1996.

M. Eichelberg, A. J. Hewett, P. Jensch: *Telemedizin – Heutiger Stand und zukünftige Entwicklungen*. In: *Dritter Interdisziplinärer Workshop KIS/RIS/PACS*, Schloß Rauischholzhausen, 1996.

M. Eichelberg, E. Cordonnier, J. Piqueras, P. Jensch: *RETAIN - a European Pilot Project for Teleradiology on ATM*. In: *Book of Abstracts, Medicine 2001 International Conference*, Montreal, S. 33, 1996.

K. Feyerabend, R. Schlör: *Hardware Synthesis from Requirement Specifications*. In: *Proceedings EURO-DAC with EURO-VHDL '96*, S. 496-501, 1996.

J. Folckers, C. Möbus, O. Schröder, H.-J. Thole: *An Intelligent Problem Solving Environment for Designing Explanation Models and for Diagnostic Reasoning in Probabilistic Domains*. In: C. Frasson, G. Gauthier, A. Lesgold (Hrsg.): *Intelligent Tutoring Systems, Third International Conference ITS '96, Montreal, Proceedings*, Berlin: Springer (LNCS 1086), S. 353-362, 1996.

S. von Gehlen, A. Barth, Th. Kummerow, J. Sextro, P. Jensch: *Enhancing video-conferencing for medical scenarios in narrow-band environments*. In: H. U. Lemke, M. W. Vannier, K. Inamura, A. G. Farman (Hrsg.): *Computer Assisted Radiology, CAR '96*, Elsevier Science B. V., S. 543-548, 1996.

H. Hungar: *Specification and Verification Using a Visual Formalism on Top of Temporal Logic*. In: M. Broy, S. Merz, K. Spies (Hrsg.): *Formal Systems Specification: The RPC-Memory Specification Case Study*, LNCS 1169, Springer-Verlag, S. 305-339, 1996.

G. Jochens, D. Rabe, B. Timmermann, W. Nebel: *Test-IC for Power Consumption Analysis*. In: W. Nebel, B. Roccò (Hrsg.): *PATMOS '96, Sixth International Workshop*, Bologna, Italy, S. 35-44, 1996.

V. Kamp, M. Grawunder, R. Grupe, M. Hinrichs, F. Oldenettel, S. Weidlich, L. Zachewitz: *Spatio-Temporale Erweiterung eines DBS zur Unterstützung wissenschaftlicher Anwendungen*. In: H. Lessing, U. W. Lipeck (Hrsg.): *Informatik für den Umweltschutz - 10. Symposium*, Metropolis-Verlag, Hannover, S. 277-285, 1996.

M. Khademi, S. von Gehlen, P. Jensch: *Qualitative and quantitative evaluation of compression techniques for medical images in Radiology and Oncology*. In: Y. Kim (Hrsg.): *Medical Imaging 1996: Image Display*, Proceedings SPIE, Vol. 2707, S. 440-449, 1996.

C. Möbus, R. Gunzenhäuser, C. Herzog, H.U. Hoppe: *Neuartige Herausforderungen bei der Gestaltung »Intelligenter Lehr-/Lernsysteme (ILLS)«*. In: M. Thielscher, S.-E. Bornscheuer (Hrsg.): *Fortschritte der Künstlichen Intelligenz: Aus den Workshops der 20. Deutschen Jahrestagung für Künstliche Intelligenz*, Dresden University Press, S. 1-2, 1996.

C. Möbus: *Towards an Epidemiology of Intelligent Design and Modelling Environments: The Hypothesis Testing Approach*. In: P. Brna, A. Paiva, J. Self (Hrsg.): *Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence in Education EuroAIED*, Lisbon, Colibri, S. 52-58, 1996.

C. Möbus: *Wissenserwerb*. In: G. Strube, B. Becker, C. Freksa, U. Hahn, G. Palm, K. Opwis (Hrsg.): *Wörterbuch der Kognitionswissenschaft*, Stuttgart: Klett-Verlag, S. 822-823, 1996.

C. Möbus, O. Schröder, H.-J. Thole: *WULPUS - An Intelligent Problem Solving Environment Delivering Knowledge Based Help and Explanations in Business Management Simulation*. In: C. Frasson, G. Gauthier, A. Lesgold (Hrsg.): *Intelligent Tutoring Systems, Third International Conference ITS '96, Montreal, Proceedings*, Berlin: Springer (LNCS 1086), S. 550-559, 1996.

D. Rabe, B. Fiuczynski, L. Kruse, A. Welslau, W. Nebel: *Comparison of Different Gate Level Glitch Models*. In: W. Nebel, B. Roccò (Hrsg.): *PATMOS '96, Sixth International Workshop*, Bologna, Italy, S. 167- 76, 1996.

D. Rabe, L. Kruse, W. Nebel: *A New Approach in Gate-Level Glitch Modelling*. *Proceedings of IWLAS '96*, Grenoble, France, S. 192-199, 1996.

D. Rabe, W. Nebel: *A New Approach in Gate-Level Glitch Modelling*. In: *Proceedings Euro-DAC'96 with Euro-VHDL '96*, Genf, S. 66-71, 1996.

D. Rabe, W. Nebel: *Short Circuit Power Consumption of Glitches*. In: *Proceedings International Symposium on Low Power Electronics and Design*, S. 125-128, 1996.

J. Rettig, H.-J. Appelrath, V. Kamp, W. Thoben, F. Wietek: *Qualitätssicherung und Integration heterogener Tumordaten im Niedersächsischen Krebsregister*. In: U. Altmann (Hrsg.): *9. Informationstagung Tumordokumentation*, Berlin, 1996.

- M. Sampels, S. Schöf: *Massively Parallel Architectures for Parallel Discrete Event Simulation*. In: A. G. Bruzzone and E. J. H. Kerckhoffs (Hrsg.): Proceedings of the 8th European Simulation Symposium (ESS '96), Genoa, Italy, Volume II, S. 374-378, 1996.
- S. Schöf, M. Sonnenschein, R. Wieting: *High-level Modeling with THOR Nets*. In: Proceedings of the 14th International Congress on Cybernetics, Namur, Belgium, S. 453-458, 1996.
- S. Schöf: *Concepts for the Optimistic Simulation of THORNs*. In: Proceedings of the Annual Meeting of the International Institute for Advanced Studies in Systems Research and Cybernetics (InterSymp '95), Baden-Baden, S. 39-43, 1996.
- S. Schöf: *A Distributed Simulation Engine for Hierarchical Petri Nets*. In: Tagungsband zum 10. ASIM-Workshop Simulation verteilter Systeme und paralleler Prozesse, Dresden, S. 153-159, 1996.
- S. Schöf: *Time Warp Calendar Queues*. In: Proceedings of the ISCA 9th International Conference on Parallel and Distributed Computing Systems, Dijon, France, S. 815-816, 1996.
- S. Schöf, M. Sampels: *Fairness and Instant Reactions in Distributed Simulation*. In: A. G. Bruzzone and E. J. H. Kerckhoffs (Hrsg.): Proceedings of the 8th European Simulation Symposium (ESS '96), Genoa, Italy, October Volume I, S. 96-100, 24-26, 1996.
- O. Schröder, C. Möbus, J. Folckers, H.-J. Thole: *Acquiring Knowledge from Linguistic Models in Complex, Probabilistic Domains*. In: P. Brna, A. Paiva, J. Self (Hrsg.): Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence in Education EuroAIED, Lisbon, Colibri, 206-212, 1996.
- O. Schröder, C. Möbus, J. Folckers, H.-J. Thole: *Supporting the Construction of Explanation Models and Diagnostic Reasoning in Probabilistic Domains*. In: D. C. Edelson, E. A. Domeshek (Hrsg.): ICLS '96 International Conference on the Learning Sciences, Proceedings, Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), S. 60 - 67, 1996.
- O. Schröder: *Intelligente tutorielle Systeme/Intelligente computerunterstützte Instruktion*. In: G. Strube, B. Becker, C. Freksa, U. Hahn, G. Palm, K. Opwis (Hrsg.): Wörterbuch der Kognitionswissenschaft, Stuttgart: Klett-Verlag, S. 289-291, 1996.
- G. Schumacher, W. Nebel: *Object-oriented Hardware Modelling - Where to Apply and what are the Objects?* In: Proceedings of the Euro-DAC '96 with Euro-VHDL '96. IEEE Computer Society Press, S. 428-433, 1996.
- G. Schumacher, W. Nebel, W. Putzke, M. Wilmes: *Applying Object-Oriented Techniques to Hardware Modelling - A Case Study*. In: Proceedings of the VHDL User Forum Europe 1996, Shaker Verlag, S. 1-8, 1996.
- B. Timmermann, G. Jochens, D. Rabe, W. Nebel: *Transition Density Estimation for Low Power Mapping*. Proceedings of IWLAS '96 Grenoble, France, 1996.
- F. Wietek: *Ein Informationssystem für epidemiologische Auswertungen im Epidemiologischen Krebsregister Niedersachsen*. In: GMDS-Jahrestagung 1996, Bonn, 1996.
- R. Wieting: *Modeling and Simulation of Hybrid Systems Using Hybrid High-level Nets*. In: A. G. Bruzzone and E. J. H. Kerckhoffs (Hrsg.): Proceedings of the 8th European Simulation Symposium (ESS '96), Genoa, Italy, Volume II, S. 158-162, 1996.
- R. Wieting: *Hybrid High-level Nets*. In: J. M. Charnes, D. J. Morrice, D. T. Brunner, J. J. Swain (Hrsg.): Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference, Coronado, California, USA, S. 848-855, 1996.



## **Vorstand**

Prof. Dr. Hans-Jürgen Appelrath (Vorsitzender)  
Prof. Dr. Peter Jensch  
Prof. Dr. Werner Damm

## **Verwaltungsrat**

Helga Schuchardt  
Dr. Peter Fischer  
Prof. Dr. Michael Daxner  
Horst Milde  
Prof. Dr. Peter Gorny  
Prof. Dr. Claus Möbus  
Prof. Dr. Michael Sonnenschein

## **Wissenschaftlicher Beirat**

Prof. Dr. Hermann Krallmann  
Dr. Richard Neumann  
Prof. Dr. Franz-Josef Rammig  
Dipl.-Kfm. Wolf-Jürgen Thormann  
Prof. Dr. Roland Vollmar (Sprecher)  
Prof. Dr. Wolfgang Wahlster

## **Kuratorium OFFIS e.V.**

Escherweg 2 · 26121 Oldenburg  
Telefon: (04 41) 97 22-0 · Telefax: (04 41) 97 22-1 02  
E-Mail: [institut@offis.uni-oldenburg.de](mailto:institut@offis.uni-oldenburg.de)  
WWW: <http://www.offis.uni-oldenburg.de>

