

# Forschungs- und Entwicklungsprojekte

Informatik Forsch. Entw. (1997) 12: 101–108

In dieser Rubrik erscheinen in unregelmäßiger Folge Kurzdarstellungen geplanter, laufender oder abgeschlossener Projekte. Die Darstellungen werden in der Regel von den Projektbeteiligten geliefert. Die Auswahl erfolgt durch die Herausgeber. Dabei wird die Bedeutung des Projekts für die Fortentwicklung der Informatik das Hauptkriterium sein. Bei geplanten und laufenden Projekten ist ein wichtiges Kriterium der Wunsch, Kontakte zu etablieren und die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Gruppen zu fördern. Bei abgeschlossenen Projekten geht es primär um die Vermittlung von Erfahrungen und Ergebnissen, die sich nicht für die Veröffentlichung in redaktionellen Beiträgen eignen.

## Informatikforschung an der Universität Leipzig

### E. Rahm

Institut für Informatik, Universität Leipzig, Augustusplatz 10/11, D-04109 Leipzig (e-mail: rahm@informatik.uni-leipzig.de)

### 1 Einleitung

Die Informatik an der Universität Leipzig hat eine wechselvolle bis in die sechziger Jahre zurückreichende Vorgeschichte. Sie entwickelte sich unter schwierigen politischen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen aus und innerhalb der Mathematik. Stationen dabei waren:

- 1962 Regelmäßige Vorlesungen über Digitalrechner, Programmierung, Programmiersprachen, Automaten- und Schaltkreistheorie für die Diplomstudienrichtungen Mathematik und Physik
- 1963 Bildung eines Rechenzentrums (Praktika am Zeiss-Rechner ZRA1)
- 1964 Gründung des Instituts für Maschinelle Rechentech-nik; Programmierkurse für Studenten und Mitarbeiter der Universität und anderer Einrichtungen in der Region Leipzig
- 1970 Einrichtung einer Spezialisierungsrichtung „Mathematische Kybernetik und Rechentechnik“ im Diplom-Studiengang Mathematik
- 1984 Aufnahme eines Teilstudienganges Informatik im Mathematik-Studium
- 1989 Bildung einer Informatik-Sektion mit Rechenzentrum
- 1990 Erstimmatrikulation für den Diplomstudien-gang Informatik
- 1992 Gründung des Instituts für Informatik, welches gemeinsam mit dem Mathematischen Institut später die Fakultät für Mathematik und Infor-matik bildet
- 1996 Aufnahme der Studienrichtung „Medizinische Informatik“ im Diplomstudien-gang Informatik.

Zum Jahresbeginn 1997 sind am Institut die Professuren für

- Automaten und Sprachen (S. Gerber),
- Automatische Sprachverarbeitung (G. Heyer),
- Datenbanken (E. Rahm),
- Formale Konzepte (H. Herre) und
- Intelligente Systeme (G. Brewka)

besetzt; die Professur Computersysteme wird seit 1993 von Prof. W. Spruth vertreten.

Zur Zeit laufen Berufungsverfahren für die Professuren

- Bild- und Signalverarbeitung,
- Parallelverarbeitung und Komplexe Systeme,
- Rechnernetze und Verteilte Systeme.

Vom Institut für Informatik wird der Diplomstudien-gang Informatik, die Ausbildung in den Magisterstudi- engängen (geisteswissenschaftliche Studiengänge) mit Informatik als zweitem Hauptfach und Nebenfach, In- formatik für das Lehramt an Gymnasien und Mittel- schulen als Erweiterungsstudium sowie die Nebenfach- ausbildung Informatik für naturwissenschaftliche Studi- engänge durchgeführt. Weiterhin wird die Informatik- ausbildung im Rahmen der Diplomstudiengänge Wirt- schaftsinformatik (teilweise) sowie Mathematik und Wirtschaftsmathematik vorgenommen. Der Diplomstu- diengang Informatik hat eine Regelstudienzeit von 10 Semestern, einschließlich eines mindestens viermo- natigen Berufspraktikums. Im Hauptstudium sind als Spezialisierungsrichtungen Angewandte Informatik, Automatische Sprachverarbeitung, Praktische Infor-matik, Theoretische Informatik sowie Informatik im Versi- cherungswesen möglich. Letztere Schwerpunktbildung wird vom Gesamtverband der Deutschen Versiche- rungswirtschaft sowie verschiedenen Versicherungsun- ternehmen unterstützt und stellt ein Novum in Deutsch- land zur Intensivierung der anwendungsorientierten In- formatikausbildung dar. Im Diplomstudien-gang kann neuerdings die Studienrichtung Medizinische Infor-matik gewählt werden, die in Zusammenarbeit mit der me- dizinischen Fakultät durchgeführt wird.

Die nachfolgend dargestellten Forschungsaktivitäten erfolgen zu einem großen Teil im Rahmen von Drittmit- telprojekten, deren Umfang kontinuierlich gesteigert werden konnte. Die Förderung erfolgt derzeit durch DFG (sechs Projekte), BMBF (drei Projekte), EU, SMWK (sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst) sowie mehrere Wirtschaftsunternehmen.

Aus Platzgründen können die einzelnen Projekte nur überblicksartig dargestellt werden; am Ende des Artikels werden einige Publikationen für weitergehende Informationen genannt. Zusätzliche Informationen finden sich daneben über die ebenfalls am Ende genannte WWW-Adresse. Die Darstellung berücksichtigt die am Institut für Informatik durchgeführten Arbeiten, nicht jedoch die an der Universität Leipzig im Bereich der Wirtschaftsinformatik sowie am Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie durchgeführten Forschungsprojekte.

## 2. Forschungsarbeiten

### 2.1 Angewandte Informatik

#### 2.1.1 Automatische Sprachverarbeitung (G. Heyer)

##### *Elektronisches Publizieren:*

Die Möglichkeit, Informationen nicht nur im traditionellen Medium Papier, sondern zunehmend auch im elektronischen Medium zu veröffentlichen und zu verteilen, hat ein neues Forschungsfeld geschaffen, das im Schnittpunkt zwischen Software Engineering, automatischer Sprachverarbeitung, Information Retrieval und Multimedia-Entwicklung liegt. Schwerpunktmäßig werden an der Problematik von Standards für elektronisches Publizieren, der Entwicklung und Evaluation von Software-Werkzeugen für elektronisches Publizieren sowie deren Verbesserung durch Verfahren der automatischen Sprachverarbeitung gearbeitet. Einzelne Arbeiten betreffen folgende Bereiche:

##### – *Multimediale elektronische Lehrwerke*

Die Arbeiten befassen sich mit der Konzeption und Implementierung multimedialer elektronischer Bücher sowie der Gestaltung ihrer Benutzeroberflächen. Im Mittelpunkt steht die Integration synchroner und asynchroner visueller Medien (Bild, Film, Animation). Dabei wird in Zusammenarbeit mit dem Teubner-Verlag Leipzig ein konkretes Anwendungsbeispiel (physikalisches Praktikum) eines solchen elektronischen multimedialen Buches entwickelt. Schwerpunkte des Vorhabens sind u. a. die Integration unterschiedlicher Medien sowie externer Funktionsbereiche (z. B. Computeralgebrasysteme sowie Suchmaschinen), Retrievalverfahren für multimediale Daten sowie die Entwicklung geeigneter Benutzerschnittstellen.

##### – *Strukturierung und Implementierung einer Internet-Galerie*

Eine interaktive WWW-Galerie entsteht als Kooperationsprojekt mit dem Fachbereich Medienkunst der Hochschule für Grafik und Buchkunst Leipzig (<http://www.hgb-leipzig.de/projekt/wwwgal/wwwgal.htm>). Die jüngste Entwicklung im Bereich Multimedia, Electronic Publishing und Internet zeigt, daß die Erstellung leistungsfähiger Anwendungen weder von technologischer Seite noch von der Seite der Gestaltung her allein gelöst werden kann. Im Zentrum des Interesses steht daher für

die Galerie die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Medienkunst und Informatik. Aus der Sicht der Informatik dient das Projekt vornehmlich dem Aufbau einer WWW-Referenzanwendung unter Einbeziehung und Weiterentwicklung geeigneter Werkzeuge für komplexe multimediale Anwendungen im WWW. Die Verwaltung der Bilder soll datenbankbasiert erfolgen.

##### – *Entwicklung von Navigationshilfen und Suchwerkzeugen für das Internet*

Auf der Basis bereits verfügbarer Software sollen bei diesem Forschungsvorhaben die bestehenden Recherchewerkzeuge im Internet (im wesentlichen auf Vektorräumen basierende IR-Systeme wie Lycos oder InfoSeek) durch Zusatzkomponenten optimiert werden, die sowohl spezielle Anfrageprofile des Suchenden (Aspekt der Benutzermodellierung) als auch die Textstruktur recherchierter Dokumente (Aspekt automatische Textanalyse) berücksichtigen und so zu verbesserten Suchergebnissen führen.

##### *Korpusgestützte Lexikonerstellung und Terminologie-Extraktion:*

Moderne computergestützte Verfahren zur Aufbereitung und Analyse großer maschinenlesbarer Textkorpora erlauben es, die im wesentlichen auf Intuition und Erfahrung beruhende traditionelle Lexikographie und Terminologiearbeit um effiziente Techniken einer teilweise automatisierten Lexikographie und Extraktion von Fachterminologie zu ergänzen. Gegenstand der Forschungsarbeiten sind die linguistischen, terminologiewissenschaftlichen und informationstheoretischen Grundlagen automatisch aus großen Texten extrahierter Lexika, die Entwicklung entsprechender Software-Werkzeuge sowie deren Erprobung in praktischen Anwendungen.

##### *Formale Semantik natürlicher Sprache:*

Aufbauend auf etablierten Verfahren der Referenzsemantik, insbesondere der Montague-Semantik, und unter Einbeziehung der Frame-Theorie werden unter Anwendung logisch-formaler Verfahren Computermodelle der Semantik der natürlichen Sprache entwickelt, welche für die automatische Extraktion semantischer Merkmale von Wörtern in ihrer jeweiligen Textumgebung geeignet sind. Die erforderlichen Lexika werden im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Korpusgestützte Lexikonerstellung“ erarbeitet.

##### *Generalisierung von Komponenten zum graphischen Faktenretrieval:*

Aufbauend auf bereits vorliegenden Forschungsarbeiten und einem lauffähigen Systemprototyp einer Datenbankschnittstelle für graphisches Faktenretrieval entsteht ein generalisiertes System für das Faktenretrieval, bei dem Nutzer aus unterschiedlichen Domänen (Materialwissenschaft, Sozialwissenschaft, Betriebswirtschaft) die Möglichkeit haben, durch direkte Manipulation von Datenvisualisierungen Faktenrecherchen durchzuführen. Die Entwicklungsarbeit schließt eine Portierung des bestehenden Systems auf Java ein, um das Recher-

chetable auch im WWW verfügbar machen zu können. Das Projekt erfolgt in Kooperation mit dem Informationszentrum Sozialwissenschaften, Bonn (Prof. Krause).

#### *Projekt Deutscher Gesamtwortschatz:*

Begleitend zu einem DFG-Projekt zur dynamischen Aktivierung domänenspezifischer Teillexika (Projekt LAPT & DA) wird ein umfassendes Korpus des deutschen Wortschatzes als Vollformenlexikon erstellt. Ausgehend von einer in den letzten Jahren aufgebauten Lexikondatenbank mit ca. 1,3 Mio. Einträgen wird eine Lexikon-CD erstellt, die an einen breiten Interessentenkreis zur Bearbeitung und Ergänzung verteilt wird. Diese Bearbeitungen finden auf der CD-ROM Software zur Bearbeitung des Lexikons, mit der sie sowohl die bestehenden Daten sichten und korrigieren als auch aus elektronischen Texten automatisch neue Einträge generieren können. Die von den Bearbeitern eingehenden Listen neuer bzw. überarbeiteter Einträge werden am Institut in die zentrale Datenbank integriert. Grundidee des Vorhabens ist die Kombination aus Nutzung dezentralen Expertenwissens und zentraler Datenbankverwaltung.

#### 2.1.2 Künstliche Intelligenz

(G. Brewka, Dr. Der, Dr. Schierwagen)

##### *Nichtklassische Logiken und ihre Anwendung in der Künstlichen Intelligenz:*

Eine adäquate Modellierung von Wissen ist eines der wichtigsten Ziele der Künstlichen Intelligenz. In diesem Forschungsvorhaben werden Wissensrepräsentationstechniken entwickelt und untersucht, deren Ausdrucksmächtigkeit deutlich über die von herkömmlichen Standardtechniken hinausgeht, welche sich im wesentlichen an der klassischen Logik orientieren. Insbesondere werden hier Inferenzverfahren untersucht, die eine geeignete Behandlung von Ausnahmen, von Inkonsistenzen sowie von Präferenzen in Wissensbasierten Systemen ermöglichen.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt sind Untersuchungen im Bereich der erweiterten logischen Programmierung. Dabei geht es einerseits darum, die Ausdrucksmächtigkeit der Logikprogramme so zu vergrößern, daß diese Programme sich leichter für die Repräsentation komplexen Wissens verwenden lassen. Andererseits soll dabei natürlich ein möglichst geringer Effizienzverlust eintreten. Die untersuchten Techniken werden insbesondere in den Bereichen der Modellierung von Handlungen und im Planen eingesetzt.

##### *Formale Modelle des Entscheidens und Argumentierens:*

Die Künstliche Intelligenz befaßt sich seit einigen Jahren verstärkt mit der Erforschung von Multi-Agenten Systemen. Ein Agent in einem solchen System muß in der Lage sein, mit anderen Agenten in Verhandlungen zu treten, für die eigenen Positionen zu argumentieren, sowie trotz unvollständiger Information sinnvolle Entscheidungen zu treffen. Das Forschungsgebiet untersucht formale Modelle des Argumentierens, Verhand-

elns und der Kompromißfindung. Dabei spielen insbesondere Begriffe wie Effizienz und Fairness eine wichtige Rolle. Aufbauend auf diesen Untersuchungen sollen qualitative Modelle der Entscheidungsfindung erforscht werden.

##### *Neuroinformatik und Softcomputing:*

Natural analoge Verfahren, Methoden und Konzepte haben sich in der Informatik einen festen Platz erobert. Im Rahmen verschiedener Drittmittelprojekte untersuchen wir speziell

- die Theorie und Anwendung neuronaler Netze als universelle Verfahren der intelligenten Datenanalyse bzw. Datenverarbeitung (BMBF-Projekt „Neuronale Netze und nichtlineare statistische Verfahren“). Einen Schwerpunkt dieser Untersuchungen bildet Kohonens Lernalgorithmus zur selbstorganisierten Entfaltung topografischer Abbildungen und dessen Anwendung zur Datenkompression und Komplexitätsreduktion sowie den automatischen, datengetriebenen Erwerb von Weltmodellen autonomer Systeme (BMBF-Projekt LADY).

- Künstliche neuronale Netze dienen auch zur Modellierung kognitiver Prozesse im Hirn höherer Lebewesen, so gelang uns z. B. ein neuronales Modell des „perceptual magnet“ Effektes und ein konstruktives Verfahren zum kontextgeleiteten Erkennen subdominanter Informationen zu entwickeln (EU-Projekt „Principles of cortical computation“).

- Ein weiterer Schwerpunkt ist die Theorie und Anwendung des Reinforcement-Lernens (RL). Dabei untersuchen wir einerseits „Artificial Life“ Systeme als Medien zur effektiven Realisierung des RL und setzen andererseits die entwickelten Lernverfahren in Zusammenarbeit mit Industriepartnern zur Lösung konkreter Aufgabenstellungen der dynamischen Optimierung ein. Geplant ist weiterhin der Einsatz zur Kontrolle autonomer Roboter.

- Schließlich untersuchen wir Synergieeffekte in Kolonien autonomer Agenten und verwenden diese in Kombination mit Evolutionsstrategien zur automatisierten Generierung und Optimierung von Plänen.

##### *Synchronisation in chaotischen Systemen – ein neuer Ansatz zur Lösung des kognitiven Binding-Problems:*

Analysen von EEG-Daten sowie der Aktionspotentiale einzelner Neuronen lassen vermuten, daß sich Bereiche des Gehirns mindestens zeitweise im Zustand des deterministischen Chaos befinden. Eine auf chaotischen Systemen basierende Informationsverarbeitung zeigt interessante Eigenschaften, wie z. B. die Möglichkeit sehr schneller Übergänge zwischen verschiedenen Attraktorzuständen, die die Speicherinhalte des neuronalen Netzes repräsentieren. Wir untersuchen in chaotischen künstlichen neuronalen Netzen Realisierungsvarianten für das kognitive Bindingproblem, welches einen Mechanismus für die Informationsverarbeitung durch das Zusammenwirken räumlich getrennter neuronaler Gebiete darstellt. Der Schwerpunkt unserer Arbeit liegt dabei auf der Klassifikation von Mustern durch stimulusgetriebene Synchronisation chaotischer Teilsysteme

sowie der Entwicklung von adaptiven Lernverfahren, die zu einer solchen führen. Die Arbeiten werden durch die Studienstiftung des Deutschen Volkes gefördert.

**Informationsverarbeitung in neuraler Architektur für verhaltensbasierte Systeme:**

Die Vorhaben sind Bestandteil der Arbeiten, die im Rahmen der Projektgruppe „Arbeitsgedächtnis in Raum und Zeit“ des neugegründeten „Zentrums für Kognitionswissenschaften“ am Zentrum für Höhere Studien der Universität Leipzig durchgeführt werden. Zielstellung ist die Analyse biologischer Systeme und Mechanismen der Raumkognition unter besonderer Berücksichtigung der Mechanismen der sensomotorischen Kontrolle und der multisensorischen Integration. Auf dieser Grundlage ist die Entwicklung und Implementierung von Modellen vorgesehen, die eine Umsetzung des biologisch motivierten Konzepts verhaltensbasierter Systeme darstellen. Ein Teilprojekt befaßt sich mit der Analyse von Berechnungsstrategien der Blickkontrolle, wie sie von biologischen Sehsystemen verwendet werden, um sie für künstliche Aktive Sehsysteme nutzbar zu machen. Im Rahmen eines DFG-Projekts werden neuroinformatische Modelle der visuellen Informationsverarbeitung am Beispiel von Amphibien entwickelt. Dadurch werden Aussagen über die Prinzipien visueller Informationsverarbeitung möglich, die bei der Konstruktion von künstlichen Sehsystemen Anwendung finden können.

2.1.3 Computeralgebra

(Dr. Gräbe, Dr. Apel, Dr. Klaus)

**Architektur, Modellierung und Implementierung von Computeralgebra-Systemen:**

Schwerpunkte sind dabei der Interpreter- und Compilerbau (einschließlich Kodegenerierung) und die Datenverwaltung von dynamisch erzeugten algebraischen Objekten. Desweiteren werden Untersuchungen durchgeführt, wie moderne Paradigmen (z.B. Objektorientierung, parallele Abarbeitung) in das bestehende Modell eingepaßt werden können.

**Involutive Basen:**

Zahlreiche Algorithmen der konstruktiven kommutativen Algebra und des Lösen nichtlinearer algebraischer Gleichungssysteme basieren auf Buchberger's Algorithmus zur Berechnung von Gröbnerbasen. Daher sind Implementierungen desselben zentraler Bestandteil eines jeden universellen Computeralgebra-Systems, und die Frage nach der Beschleunigung des Algorithmus gehört seit Jahren zu den am meisten untersuchten Forschungsgebieten der Computeralgebra. Mit der Einführung einer Klasse spezieller Gröbnerbasen, der sogenannten involutiven Basen, und eines dazugehörigen Algorithmus wird ein neuer Weg für die Untersuchungen beschritten. Im Rahmen dieses Schwerpunktes konnte die Theorie auf den Fall einseitiger Ideale von Algebren auflösbaren Typs verallgemeinert werden. Eine entscheidende Einschränkung der Methode der in-

volutiven Basen bestand bisher in der Tatsache, daß ihre Termination nur im Falle nulldimensionaler Ideale gesichert war, da im höher-dimensionalen Fall nicht einmal eine endliche involutive Basis existieren muß. Durch Angabe eines Terminationskriteriums, welches für beliebige Ideale nach Berechnung einer Gröbnerbasis abbricht, kann diese Einschränkung aufgehoben werden.

**Multivariate Interpolationsprobleme:**

Interpolationsprobleme vom Lagrange-Typ stehen im engen Zusammenhang mit der Berechnung unendlicher Polynomidealdurchschnitte. Es gelang, aus der Angabe reduzierter Gröbnerbasen der Glieder einer unendlichen absteigenden Idealkette Aussagen über die Gröbnerbasis ihres Durchschnitts zu treffen. Damit konnte ein Kriterium zur Auswahl einer Folge von Interpolationsstützstellen entwickelt werden, welches für multivariate polynomiale Funktionen über algebraischen Mengen die Rekonstruktion nach endlich vielen Schritten absichert. Die Untersuchungen werden in Zusammenarbeit mit J. Stückrad (Mathem. Institut), P. Tworzewski und T. Winiarski (Univ. Krakau) durchgeführt.

**Symbolisches Lösen polynomialer Gleichungssysteme:**

Polynomiale Gleichungssysteme tauchen in vielen mathematischen Anwendungen auf. Symbolische Lösungsverfahren sind darauf gerichtet, einen quantitativen oder wenigstens qualitativen Überblick über die gesamte Lösungsmannigfaltigkeit zu bekommen, was insbesondere für Systeme mit unendlich vielen Lösungen mit numerischen Methoden allein nicht erreicht werden. Unsere Untersuchungen konzentrieren sich auf verschiedene Dekompositionstechniken und Darstellungsformen (Faktorisierung, Triangulierung, Primkomponentenzerlegung), die in Kombination mit dem Gröbneralgorithmus eingesetzt werden können, um Gleichungssysteme mit speziellen Eigenschaften effektiver zu lösen.

2.2 Praktische Informatik (E. Rahm)

**Parallele Datenbanksysteme:**

Parallele DBS unterstützen neben Inter-Transaktions-Parallelität verschiedene Formen von Intra-Transaktions-Parallelität (Inter- und Intra-Operator-, Daten- und Pipeline-Parallelität). Algorithmen zur effizienten Unterstützung von Intra-Transaktions-Parallelität sind erforderlich, um für datenintensive und komplexe Queries kurze Antwortzeiten erreichen zu können, insbesondere für anspruchsvolle DB-Anwendungen (Data Warehousing, Multimediasysteme etc.). Die Forschungsarbeiten umfassen die Entwicklung und Bewertung von Parallelisierungskonzepten für unterschiedliche Architekturen solch Paralleler DBS sowie Leistungsbetrachtungen von Algorithmen für die Bearbeitung komplexer Anfragen. Schwerpunkte der Untersuchungen, die von der DFG gefördert werden, sind Verfahren zur flexiblen Datenallokation sowie zur dynami-

schen Lastbalancierung. Zur Untersuchung des Leistungsverhaltens verschiedener Verfahren werden komplexe Simulationssysteme mit umfangreichen Parametrisierungsmöglichkeiten entwickelt.

#### *Elektronische Bibliotheken:*

Das Institut für Informatik ist unter Federführung des Lehrstuhls Datenbanken Pilotanwender im BMBF-Verbundprojekt MeDoc (Multimediale elektronische Dokumente). Ziel dieses Vorhabens ist die Konzeption, prototypische Entwicklung und Erprobung von volltextbasierten Informations- und Publikationsdiensten für die Informatik. Neben der Bereitstellung von elektronischen Volltexten von Büchern, Zeitschriften etc. erfolgt in der Univ. Leipzig die Evaluierung unterschiedlicher Werkzeuge und Benutzeroberflächen sowie die Aufbereitung des Lehrbuchs „Mehrrechner-Datenbanksysteme“ zur Integration in die elektronische MeDoc-Bibliothek. Einer der bundesweit sechs MeDoc-Server (der einzige in den neuen Ländern) wird an der Universität Leipzig betrieben.

Daneben befindet sich ein Informationssystem zur Recherche und Verwaltung wissenschaftlicher Literatur in Entwicklung, auf das über das WWW zugegriffen werden kann. Das System bietet u. a. eine komfortable Zugriffsmöglichkeit auf den Katalog der Bibliothekszweigstelle Informatik, ähnlich wie sie von anderen WWW-OPACs (Online Public Access Catalogs) unterstützt wird. Allerdings erfolgt die Datenverwaltung nicht über eine spezielle Dateiverwaltung, sondern über ein kommerziell verfügbares SQL-Datenbanksystem. Daneben liegt eine höhere Funktionalität vor, da das System nicht nur Nachweisdaten verwaltet, sondern bereits Volltexte integriert, auf die über einer einheitlichen Oberfläche zugegriffen werden kann. Insbesondere sind sämtliche Forschungsberichte der Reihe Informatik-Reports sowie weitere Arbeiten von Institutsangehörigen eingebunden und im Volltext als Ergebnis einer Recherche abrufbar. Die Ergebnisse einer Anfrage enthalten darüber hinaus Verweise, welche zu weiteren WWW-Informationen (Home-Pages) der betreffenden Autoren, Verlage etc. führen.

Ein neues Forschungsthema ist die flexible Verwaltung von Dokumenten innerhalb objektorientierter DBS. Dabei sollen die Struktur komplexer Dokumente mit multimedialen Komponenten adäquat nachgebildet sowie umfassende Suchmöglichkeiten unterstützt werden, insbesondere aus dem Bereich des Information Retrieval (vage Anfragen, Ranking etc.). Weitere Untersuchungen befassen sich mit der Interoperabilität zwischen unterschiedlichen Dokumentenspeichern, insbesondere auf Basis von relationalen und objektorientierten DBS sowie auf Basis von Information Retrieval-Systemen sowie Dateisystemen. Schwerpunkte sind dabei der Entwurf sowie die Realisierung effizienter Methoden zur verteilten Bearbeitung von Suchanfragen.

#### *Medizinische Informationssysteme:*

Bei der Diagnostik und Therapie komplexer Erkrankungen, wie sie z.B. in der Onkologie vorkommen, sind die über einen Patienten vorliegenden Daten i. a.

durch komplizierte Beziehungssysteme miteinander vernetzt. Solche Beziehungssysteme oder Kontexte repräsentieren z.B. die Kausalität einer Behandlung, geben über Inkonsistenzen oder Revidierungen bei der diagnostischen Entscheidungsfindung Auskunft, oder spiegeln patientenindividuelle Heuristiken wider. Die explizite Abbildung solcher Zusammenhänge zwischen den Daten bestehenden Beziehungssysteme ist für den Arzt sehr hilfreich, erfordert aber erweiterte Repräsentationsmodelle sowie flexible Query- und Navigationsmöglichkeiten innerhalb der Patientenakte. Da relationale Datenmodelle nur in sehr begrenztem Umfang in der Lage sind, solche Beziehungssysteme und Metastrukturen geeignet abzubilden, wird untersucht, wie sich komplexe Behandlungsverläufe mit Hilfe graph- und objektorientierter Datenbanken abbilden lassen. Ein weiterer Schwerpunkt in diesem Zusammenhang ist die Integration multimedialer Materialien in Patienten-Datenbanken. Die Arbeiten erfolgen in Kooperation mit der Medizinischen Fakultät der Universität Leipzig (Prof. M. Löffler) sowie dem Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation, Universitätskliniken Mainz (Prof. K. Pommerening).

#### *Geoinformationssysteme:*

Geoinformationssysteme (GIS) dienen zur Speicherung und effizienten Verwaltung von geographischen Daten, insbesondere digitalisierten Landkarten unterschiedlicher Art, Katasterdaten, Flächennutzungsplänen, etc. Hierzu sind die meist heterogen strukturierten und großen Datenobjekte datenbankgestützt zu verwalten sowie ein effizienter raumbezogener Zugriff auf sie zu unterstützen. Für das Vorhaben der Landesvermessungsverwaltungen zum Aufbau digitaler Landschafts- und digitaler Kartenmodelle wurden für einen Teilbereich der GIS mit ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) die konzeptionellen Grundlagen gelegt. Unsere Untersuchungen, die in Kooperation mit dem Institut für Angewandte Geodäsie (IfAG), Außenstelle Leipzig, erfolgen, befassen sich mit der Umsetzung des ATKIS-Modells in relationale und objektorientierte Datenmodelle. Dabei wird zum einen an der Integration temporaler Aspekte gearbeitet, um unterschiedliche Versionen der kartographischen Informationen flexibel handhaben zu können. Weiterhin wird untersucht, wie eine Kopplung zwischen der Verwaltung geometrischer Daten in einem GIS sowie die Verwaltung der Sachdaten in einem kommerziellen DBS am besten gelöst werden kann.

### *2.3 Technische Informatik (W. Spruth)*

#### *Simulation logischer Schaltungen/Modellpartitionierung:*

Das Forschungsvorhaben wird als Projekt im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms Effiziente Algorithmen für diskrete Probleme und ihre Anwendungen bearbeitet. Die stark wachsende Komplexität von VLSI-Entwürfen kompletter Prozessorstrukturen erfordert eine zuverlässige Verifikation mit Hilfe der Logiksimulation. Im Rahmen des Projekts wurde der funktionelle

Logisimulator parallelTEXSIM auf der Basis des sequentiellen Simulators TEXSIM (IBM) entwickelt, womit die Durchführung umfangreicher Simulationen auf Register Transfer/Gate-Ebene unter Einsatz eines lose gekoppelten Parallelrechners möglich wird. Im Rahmen einer parallelen Simulation mittels parallelTEXSIM kooperieren über Teilmodellen des Ausgangsmodells arbeitende Simulatorinstanzen.

Der Schwerpunkt der Forschungsarbeit im Projekt ist die Entwicklung, Analyse und Implementierung von Modellpartitionierungsalgorithmen für die parallele Logiksimulation im Rahmen einer auf dem Conebegriff basierenden hierarchischen Strategie. Ausgangspunkt des Algorithm-Design sind formale Modelle der Hardware-Struktur, des Simulationsprozesses (auf Basis des clock-cycle Algorithmus) sowie eines Parallelrechners. Auf dieser Basis werden parametrisierte Bewertungsfunktionen für Partitionen eingeführt, welche den Einfluß von Aspekten der Kommunikation, Replikation und des Load Balancing auf die zu erwartende Laufzeit paralleler Simulationen zum Ausdruck bringen (Performance Prediction im Rahmen der Modellpartitionierung). Im Kontext von parallelTEXSIM wird eine Partitionierungskomponente MAP (Model Analysis and Partitioning component) entwickelt, die neben der Realisierung der Modellpartitionierung auf Basis einer Algorithmenbibliothek eine experimentelle Umgebung für Modell- und Algorithmenanalyse verkörpert.

#### *Entwurfsautomation Feldprogrammierbarer Gate Arrays:*

Die VLSI-Hersteller sind seit einigen Jahren in der Lage, sehr leistungsfähige und hochintegrierte „Field Programmable Gate-Arrays“ (FPGAs) herzustellen. Im Gegensatz zu klassischen anwenderspezifischen Bausteinen (Standardzellen, Makrozellen, Sea of Gates) ist hier die Schaltkreisfunktion nicht durch einen Maskensatz, sondern durch eine von Fall zu Fall durchgeführte Programmierung implementiert. Die Circuit-Configuration befindet sich in einem Speicher, der entweder einmalig (Antifuse-Technik) oder wiederholt (EPROM, EEPROM, SRAM) reprogrammierbar ist.

Der Entwurf von Logikschaltungen mit FPGAs ist besonders schwierig, weil anstelle herkömmlicher Bausteine (UND, ODER, usw.) komplexe Zellen eingesetzt werden, Platzierung und Verdrahtung einen extremen, oft nur schwer vorausberechenbaren Einfluß auf die Geschwindigkeit der Schaltung haben und wegen der geringeren Integrationsdichte bei großen Logikschaltungen eine sinnvolle Aufteilung auf mehrere Chips erforderlich ist. Die Arbeiten erfolgen im Rahmen eines gemeinsamen, von der DFG geförderten Forschungsprojekts mit den Lehrstühlen Prof. Antreich, München, und Prof. Rosenstiel, Tübingen, aufgesetzt, mit dem Ziel, Komponenten für eine durchgängiges System zur Entwurfsverarbeitung von FPGAs zu schaffen, wobei die Komponenten aufeinander abgestimmt sind und in ein gemeinsames Framework eingebettet werden können. In Leipzig werden die Verdrahtung (Routing) und die System-Integration bearbeitet.

#### *Hochgeschwindigkeitsnetze:*

Für die Bearbeitung von Forschungsaufgaben im Bereich Technische Informatik ist ein ATM-Netz für Anwendungen unter Classical-IP und LAN-Emulation aufgebaut worden. Es werden Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit und zu Einsatzbedingungen der neuen Technologie geführt und Möglichkeiten für potentielle Nutzung dieser Technik untersucht. Speziell werden Probleme des Managements der Netze, der Leistungsgrenzen, der möglichen Zell- und Frame-Struktur übertragener Daten, des Routing und der Zeitsynchronität (beispielsweise im Fall des Video-Conferencing) untersucht. Dabei wird eng mit dem FOKUS-Institut der GMD Berlin, dem IBM-Forschungszentrum in Heidelberg und der R + V-Versicherung in Wiesbaden und weiteren Anwendern und Herstellern von Netzwerk- und Video-Technik zusammengearbeitet.

Unter anderem werden folgende Aufgaben bearbeitet:

- SAP-Client-TCP/IP-Anbindung an RS6000 unter AIX
- Migration von lokalen Netzen in ein Glasfaser-MAN
- Modellversuch zur Förderung der studentischen Kreativität und der Computerbasierten Innovation in Industrie und Forschung im Rahmen eines Informatik-Hardware-Praktikums
- Objektorientierte Programmierung unter OS/2 und Client-Server-Systeme
- Untersuchungen zu Möglichkeiten und Perspektiven des Kommunikationssystems der R + V-Versicherung mit Lotus Notes
- Analyse des Zeitverhaltens und der Ressourcennutzung von Protokollstacks am Beispiel der TCP/IP Implementierung in SunOS 4.1.3
- Leistungsanalyse in Rechnernetzen an Novell- und TCP/IP-Netzen unter DOS, Windows und OS/2
- Entwicklung und Implementierung eines Signalisierungs-Testtools zur Evaluierung von ATM-Komponenten, speziell auch zur Evaluierung von LAN-Emulation-Implementationen.

## *2.4 Theoretische Informatik*

### *2.4.1 Automaten und Sprachen (S. Gerber)*

#### *Theorie der Programmierung:*

Im Rahmen von Untersuchungen zu Funktionalen Programmiersystemen wird eine Integration des funktionalen und logischen Paradigmas angestrebt. Dazu werden verschiedene Stufen bei der Verallgemeinerung funktionaler Reduktionsprinzipien studiert. Die Verwendung von Funktionen höherer Ordnung, logischer Variablen mit funktionalen Typ und verschiedene Parallelisierungsmöglichkeiten sollen nach Möglichkeit einbezogen werden. Unterschiedliche Ansätze, wie z. B. in LIFE, BABEL, CLEAN, werden vergleichend herangezogen.

Zur Beschreibung der Semantik algebraisch spezifizierter zweistufiger funktionaler Programmiersysteme werden spezielle Graphersetzungs-systeme eingesetzt.

Die Daten- und Funktionstypen werden in einem einheitlichen Typsystem dargestellt. Mit Hilfe derartiger Beschreibungsmittel kann eine Implementierungsbasis auf einem objektorientierten Zwischensprachniveau geschaffen werden. Dabei sind die mit dem funktionalen Paradigma verbundenen Parallelisierungskonzepte auf die Implementierung übertragbar. Es wird eine Vereinheitlichung des Zugangs zu unterschiedlichen Programmierparadigmen und eine Verbindung zu Wissensspezifikationssystemen angestrebt.

Im Rahmen des Themas bestehen Kontakte zu entsprechenden Forschungsgruppen in Nijmegen (R. Plasmeijer).

#### 2.4.2 Formale Konzepte (H. Herre)

##### *Grundlagen der Logischen Programmierung:*

In diesem Projekt werden die theoretische Grundlagen für verallgemeinerte logische Programme mit zwei Arten von Negationen entwickelt. Für die Beschreibung der Semantik derartiger Programme wurden die stabil generierten Modelle eingeführt, die für die normalen logischen Programme den Spezialfall der stabilen Modelle umfassen. Die Forschungsergebnisse zu diesem Thema sollen für die formale Wissensspezifikation und für die Multi-Agentensysteme genutzt werden.

##### *Deduktionssysteme:*

Deduktionssysteme sind eine wichtige Grundlage für die Entwicklung intelligenter Problemlösungsverfahren. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen konstruktive Kalküle mit ihren vielfältigen Anwendungen im Bereich der Programmsynthese und der automatischen Planung. Konstruktive Kalküle gewinnen in der Informatik zunehmend an Bedeutung, da sie einen geeigneten Rahmen für die Beschreibung algorithmisch bedeutsamer Konzepte darstellen und einen Zusammenhang zwischen dem Beweisbegriff und dem Algorithmenbegriff herstellen. Von Bedeutung ist die Entwicklung einer Beweistheorie, die sich stärker an den strukturell-kombinatorischen Eigenschaften von Beweisdiagrammen orientiert.

##### *Modelltheorie nichtmonotoner Inferenzsysteme:*

Allgemeines Ziel ist der Aufbau einer nicht-monotonen Modelltheorie, die die endliche Modelltheorie als Spezialfall enthält. Durch die Einführung des Begriffs eines deduktiven und semantischen Frames wurde ein allgemeiner Rahmen geschaffen, nichtmonotone Inferenzsysteme zu klassifizieren und ihre strukturellen Eigenschaften zu untersuchen. Von Bedeutung ist die Einführung verallgemeinerter Kompaktheitseigenschaften, die einen Zusammenhang zwischen einem nicht-monotonen Inferenzsystem und einem monotonen, den gewöhnlichen Kompaktheitssatz erfüllenden inferentiellen Teilsystem herstellen. Die Ergebnisse dieser Forschung lassen sich auf die Semantik erweiterter logischer Programme anwenden; ein Beispiel bilden die paraminimalen Modelle.

##### *Multi-Agentensysteme:*

In dem Forschungsvorhaben werden die logischen Grundlagen von kooperativen Informationssystemen und Multi-Agenten-Systemen untersucht und entsprechende formale Modelle entwickelt. Darauf aufbauend wird eine Logikprogrammiersprache für Multi-Agenten entwickelt. Eines der wichtigsten Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens ist die von Dr. G. Wagner entworfene Programmiersprache „VIVA“, die in Zusammenarbeit mit der Firma PDC (Prolog Development Center) implementiert wird.

##### *Formale Wissensspezifikation mit Anwendungen:*

Die formale Repräsentation und Verarbeitung von Wissen ist ein wichtiges Problem in der Informatik. Hierzu sind in den letzten Jahren verschiedene Sprachen entwickelt worden. In diesem Forschungsvorhaben wird in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe von J. Treur (Freie Universität Amsterdam) an der Weiterentwicklung derartiger Spezifikationsprachen gearbeitet. Die Sprache DESIRE soll als Rahmensystem für die Entwicklung eines Diagnosesystems in der Medizin verwendet werden. Die Arbeiten an einem modell-basierten System für die Diagnose von Stoffwechselerkrankungen erfolgt in Kooperation mit der Medizinischen Fakultät der Universität Leipzig (Prof. M. Löffler).

##### *Entscheidbarkeitstheorie:*

Entscheidungsverfahren für formale Theorien erfassen wichtige Aspekte der algorithmischen Behandlung von Wissenbasen. Im Mittelpunkt steht die Untersuchung verschiedener Klassen von Graphen von Theorien der linearen Ordnung sowie von geordneten Mono-Unaren.

Es bestehen wissenschaftliche Kontakte und Kooperationsbeziehungen zu Forschungsgruppen an folgenden Universitäten: Universität Lissabon, Université Caen, Freie Universität Amsterdam, Universität Erlangen, Universität Tübingen, Universität Mailand.

### 3. Ausgewählte Publikationen

1. Apel, J., Stückrad, J., Tworzewski, P., Winiarski, T.: Reduction of everywhere convergent power series with respect to Groebner bases. *J. Pure Appl. Algebra* **110**, 113–129 (1996)
2. Balzweit, G., Der, R., Herrmann, M.: Building nonlinear data models with self-organizing feature maps. *Proc. ICANN 96* (Lect. Notes in Computer Science, Vol. 1112). Springer, Berlin 1996
3. Brewka, G.: Well-founded semantics for extended logic programs with dynamic preference information. *J. Artif. Intell. Res.* **4** (1996)
4. Dyckhoff, R., Herre, H., Schroeder-Heister, P. (eds.) Extensions of logic programming. 5th International Workshop, ELP '96, Leipzig, Lect. Notes in Artificial Intell., Vol. 1050. Springer, Berlin 1996
5. Hering, K., Haupt, R., Villmann, T.: Hierarchical strategy of model partitioning for VLSI-design using an improved mixture of experts approach. *Proc. PADS96*
6. Herre, H., Wagner, G.: Stable models are generated by a stable chain. *J. Logic Progr.* **30**, 165–177 (1997)
7. Rahm, E.: Dynamic load balancing in parallel database systems (invited paper). *Proc. EURO-PAR*, (Lect. Notes Comput. Sci., Vol. 1123, pp.37–52). Springer, Berlin 1996

8. Schierwagen, A.: The collicular motor map as modelled by a two-dimensional mapped neural field. In: Zangemeister, W.H., Stiehl, H.S., Freksa, C. (eds.), *Visual attention and cognition*, Elsevier, Amsterdam, 1996, pp. 45–52
9. Wolff, C., Touma, M.: Ort ohne Raum – eine interaktive Galerie im World-WideWeb. *Gestaltung und Kommunikation am Beispiel des Informationskanals Internet*. In: Krause, J. et al. (Hrsg.), *Herausforderungen an die Informationswirtschaft. Proc. Int. 5. Symp. f. Informationswissenschaft*, Berlin, S. 259–270 (1996)

Weitere Informationen zum Institut für Informatik, u. a. die Jahresberichte sowie die Informatik-Reports, können im WWW unter der Adresse <http://www.informatik.uni-leipzig.de> abgerufen werden.