

In: Rundbrief der Fachgruppe Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft für Informatik, Nr.24/25, Hamburg, 1981, S. 37-53

## **SPRACHORIENTIERTE KI-FORSCHUNG IN DEN USA AUSWERTUNG EINER VORTRAGSREISE**

W. Wahlster    W. v. Hahn  
Universität Hamburg

Vom 15.2. - 8.3.1981 unternahmen wir eine von der DFG unterstützte Vortrags- und Informationsreise zu führenden amerikanischen Forschungsgruppen, die sich mit natürlichsprachlichen KI-Systemen beschäftigen. Die folgenden beiden Ziele bestimmten den Verlauf des Aufenthaltes:

- Neuere Ergebnisse der Arbeit innerhalb des Projektes HAM-RPM sollten in mehreren Überblicks- und Detailvorträgen der amerikanischen Fachöffentlichkeit vorgestellt werden. Diese Systemdarstellungen sollten durch Vorführungen des Programmsystems HAM-RPM ergänzt werden, um durch die Demonstration der Wirkungsweise des Systems den amerikanischen Fachkollegen eine konstruktive Detailkritik zu ermöglichen.
- In Diskussionen mit Projektleitern und eigenen Rechner-Experimenten mit KI-Systemen, die derzeit in den USA entwickelt werden, sollte Detailinformation gesammelt werden, um eine Beurteilung laufender Vorhaben zu ermöglichen und unsere eigene Forschungsstrategie entsprechend einzustellen.

Insgesamt haben wir 15 Vorträge über Ergebnisse des DFG-Projekts HAM-RPM gehalten. Neben den Fachvorträgen hatten wir bei 5 Systemvorführungen von HAM-RPM Gelegenheit, Details der Implementation zu erklären.

Obwohl wir durch die Vorbereitungsarbeiten für die US-Vorträge keine Zeit fanden, Beiträge für die IJCAI-81 zu schreiben, können wir rückblickend positiv feststellen, dass wir im Gegensatz zur bekannten Hektik großer Tagungen ausreichend Zeit fanden, unsere Arbeiten in ausführlichen Vorträgen vorzustellen und gründlich mit einschlägigen Forschungsgruppen zu diskutieren.

Der vorliegende Bericht beansprucht nicht, alle im Fachgebiet 'Künstliche Intelligenz' von der jeweiligen Institution derzeit durchgeführten Projekte zu erfassen. Vielmehr haben wir uns gemäß der Zielsetzung der Reise auf die Beschreibung sprachorientierter KI-Forschung und angrenzender Aspekte beschränkt.

Bevor wir über die einzelnen besuchten Forschungsgruppen berichten, möchten wir noch einige allgemeine Beobachtungen zur Forschungssituation und Förderungspolitik in den USA mitteilen, die wir in den folgenden vier Punkten zusammengefasst haben:

- Die in letzter Zeit sprunghaft gestiegenen Investitionen der amerikanischen Industrie in KI-Forschung wurden von den besuchten Wissenschaftlern zwar prinzipiell begrüßt; es wurde aber auch wiederholt die Befürchtung geäußert, dass dieses große Interesse teilweise auf zu hohen Erwartungen basiert, die durch erste Anwendungserfolge von natürlichsprachlichen Schnittstellen und Expertensystemen entstanden sind. Viele amerikanische Informatiker sehen die Gefahr, dass bei Fehlschlägen zu ehrgeiziger Industrieprojekte ähnlich wie früher im Fall der automatischen Übersetzung das gesamte Forschungsgebiet KI schnell in Misskredit geraten kann. Deshalb soll verstärkt darauf geachtet werden, auch gegenüber der Industrie jeweils die Grenzen und Probleme gegenwärtiger KI-Techniken deutlich zu machen.
- Viele Gesprächspartner beklagten die von der Regierung Reagan vorgesehenen Kürzungen im Budget der National Science Foundation (NSF), die wie die DFG in der Bundesrepublik einen größeren Teil der universitären Forschung fördert. Trotz eines aufwendigen Begutachtungsverfahrens der NSF, bei dem rd. 10 Gutachten pro Projekt eingeholt werden, einer im Vergleich zu ARPA-Projekten langen Antragsbearbeitungszeit von 6-9 Monaten und einer höheren Ablehnungsquote, wird - wie uns berichtet wurde - NSF-Förderung gegenüber den leichter erhältlichen ARPA-Mitteln bevorzugt, da ARPA-Projekte jederzeit durch einen Anruf aus Washington plötzlich gestoppt werden können (die KI-Gruppe in Yale sah sich angeblich schon öfters mit diesem Problem konfrontiert). Im Gegensatz zur NSF werden aber für die militärisch orientierte ARPA-Förderung keine Kürzungen erwartet.
- Der Austausch von KI-Software findet in den USA in viel größerem Ausmaß als in der Bundesrepublik statt. Dadurch wird Doppelarbeit weitgehend vermieden und Entwicklungsprojekte können durch Verwendung von Standardmoduln (z.B. LIFER-Parser, RUS-Parser) schneller abgeschlossen werden. Der Software-Austausch wird in den USA vor allem durch die folgenden drei Faktoren begünstigt: bisher benutzen fast alle KI-Projekte DEC-Rechner (DECsystem10, DECsystem20, VAX); zumindest im Bereich der natürlichsprachlichen Systeme werden ausnahmslos LISP oder auf LISP basierende Sprachen verwendet; mit ARPANET und TYMNET stehen weit verbreitete Kommunikationsnetze zur Verfügung.
- Das Qualitätsniveau der KI-Forschung in der amerikanischen Industrie ist wesentlich höher als in der europäischen DV-Industrie. Ein Grund dafür ist sicherlich darin zu sehen, dass viele der an Universitäten beschäftigten Informatiker Beraterverträge mit DV-Firmen haben. Während des Semesters können sich Hochschullehrer einen Tag pro Woche für diese gut dotierte Nebentätigkeit freistellen lassen. Außerdem haben

Hochschullehrer durch die bekanntlich auf 9 Monate pro Kalenderjahr beschränkte Dienstzeit auch die Möglichkeit, für mehrere Monate in der Industrie zu arbeiten. Dadurch ist ein ständiger Ideen- und Erfahrungsaustausch zwischen Universitäten und DV-Firmen gewährleistet.

## 1. U.C. Berkeley

*Bob Wilensky*, dessen Forschungsschwerpunkt im Bereich 'Textverstehende Systeme' liegt, arbeitet z.Z. an drei von ihm initiierten Projekten: dem Textparser PHRAN (PHRasal ANalyzer), der Sprachgenerierungskomponente FRED und dem Planungssystem PANDORA. Der semantisch-orientierte Parser PHRAN, den Wilensky zusammen mit *Yigal Arens* entwickelt hat, transformiert einen eingegebenen natürlichsprachlichen Text in die als semantische Repräsentationssprache gewählten Schankschen CD-Strukturen, wobei die Textanalyse nicht wie üblich auf der Wortebene sondern möglichst gleich auf der Ebene von Syntagmen ('phrases') begonnen wird. Die Wissensbasis von PHRAN besteht aus rd. 300 Paaren der Form 'Pattern - Semantische Repräsentationskonstruktion'. Der wesentliche Beitrag von PHRAN besteht in der Verallgemeinerung einer Kontrollstruktur, die sich schon zur Vorverarbeitung idiomatischer Wendungen und Mehrwortlexeme in Systemen wie PARRY, LIFER und HAM-RPM bewährt hat, zu einem voll ständigen Parsingalgorithmus.

Es gibt zwei Versionen von PHRAN: die erste ist in UCILISP geschrieben und läuft auf einer Rechenanlage DECsystem20, die andere besteht aus einer in dem relationalen Datenbanksystem INGRES gespeicherten Wissensbasis, deren Einträge mit dem auf der VAX11/780 unter UNIX/V7 implementierten FRANZ LISP verarbeitet werden. Erste Laufzeitvergleiche ergaben, dass entgegen den Erwartungen die reine (sogar interpretierte) LISP-Implementation insgesamt zu einem schnelleren Parsing führt als die INGRES/Franz LISP-Version. PHRAN wird als natürlichsprachliche Schnittstelle zu einer neuen Version des bekannten textverstehenden Systems PAM (Plan Applier Mechanism) eingesetzt, das Wilensky noch in Yale im Rahmen seiner Dissertation entwickelt hatte.

Die Generierungskomponente FRED ist die Umkehrung von PHRAN. In der Tatsache, dass FRED ohne großen Aufwand von der Zielsprache Englisch auf Spanisch umgestellt werden konnte, sieht Wilensky ein Indiz für die Sprachunabhängigkeit des von ihm entwickelten Verfahrens.

Bei dem Planungssystem PANDORA liegt der Schwerpunkt der Untersuchung auf Möglichkeiten zur deklarativen Darstellung von Wissen über den Planungsprozess selbst (z. B. Meta-Pläne, Meta-Ziele). Meta-Planungsprozesse, die u.a. wie Sacerdotis NOAH eine Kritik und Revision von Vorversionen eines Planes umfassen, sollen durch

denselben Planungsalgorithmus durchgeführt werden, der auch für Pläne auf der Objektebene angewandt wird.

*Lofti Zadeh*, der Begründer der Theorie der 'fuzzy sets' arbeitet im Rahmen der 'test-core-semantics' an einer graphischen Notation für seine semantische Repräsentationssprache PRUF, die u.a. in der Elektrotechnik gebräuchliche Symbole zur Darstellung der referentiellen Verankerung eines Ausdrucks und der sog. elastischen Kopplung von Begriffen benutzt. Außerdem schreibt Zadeh z.Z. an einer größeren Monographie über approximative Inferenzen und die Semantik vager Ausdrücke. Obwohl Berkeley durch Zadeh allgemein als Zentrum für die Forschung auf dem Gebiet 'fuzzy logic' gilt, existiert überraschenderweise keine größere, langfristig gesicherte Forschungsgruppe zu diesem Thema.

*Christian Freksa* hat seine von Zadeh betreute Dissertation 'Linguistic Pattern Characterization and Analysis' über ein System zur Interpretation von vagen Objektbeschreibungen soeben abgeschlossen. In der Arbeit wird u.a. gezeigt, wie die Programmiersprache FUZZY und die von Freksa entworfenen Spracherweiterungen (L-FUZZY) für die Implementierung eines solchen Systems verwendet werden können.

Auf dem Sektor KI-Sprachen und KI-Maschinen gibt es in Berkeley z.Z. drei interessante Entwicklungen: unter der Leitung von *Richard Fateman* wurde u.a. von *John Foderaro* FRANZ LISP weiterentwickelt, das durch die Wahl von C als Systemimplementationsprache weitgehend portabel ist und erstmals das Hinzuladen z.B. von kompiliertem PASCAL-Code ermöglicht. FRANZ LISP wird auf rd. 80 VAX-Installationen verwendet und gilt in den USA z.Z. als die einzige vollständige und lauffähige LISP-Implementation für die VAX.

In KI-Projekten häufig benötigte Standardsoftware wie ein Pattern Matching Modul und die Verwaltung einer assoziativen Datenbasis wird im PEARL AI Package in Form optimierter LISP-Prozeduren zusammengestellt. In der Hardware-Abteilung werden unterschiedliche RISCs (Reduced Instruction Set Computers) entwickelt, die durch einen auf eine spezielle Anwendung (z.B. in der Symbolverarbeitung) ausgelegten, drastisch beschränkten Befehlssatz extrem hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten erreichen sollen.

In Berkeley gibt es eine neue, von der Sloan Foundation unterstützte Cognitive Science Gruppe, die neben Zadeh und Wilensky auch führende Sprachphilosophen, Linguisten und Psychologen wie *John Searle*, *George Lakoff*, *Charles Fillmore*, *Eleanor Rosch*, *Wallace Chafe* und *Dan Slobin* umfaßt. Als Indiz für das Interesse, das Aufgabenstellungen der KI in der amerikanischen Informatik entgegengebracht wird, mag die Tatsache bewertet werden, dass der in der theoretischen Informatik bekannte

Komplexitätstheoretiker *Richard Karp* in Berkeley auch eine KI-Vorlesung angeboten hat.

## 2. SRI International

Am AI Center von SRI International wird unter der Leitung von *Gary Hendrix* sprachorientierte KI-Forschung in drei Projekten verfolgt: Entwicklung eines robusten Parsers für einen umfangreichen Ausschnitt des Englischen im DIAMOND-Projekt, Aufbau der Systeme KLAUS und TED zum interaktiven Wissenserwerb in natürlichsprachlichen Dialogen mit dem Benutzer und dem Entwurf von Planungssystemen wie KAMP, die in natürlichsprachlichen Systemen z.B. zur Sprechaktplanung eingesetzt werden können.

Der DIAMOND-Parser soll den LIFER-Parser, der bisher in allen natürlichsprachlichen Systemen von SRI eingesetzt wird, ablösen. Im Gegensatz zur LIFER-Grammatik ist die DIAMOND-Grammatik sehr umfangreich und soll alle wesentlichen Konstruktionen des Englischen abdecken. In die Entwicklung des bottom-up Parsers DIAMOND wird derzeit viel Arbeitskraft investiert (u.a. arbeiten *Jane Robinson*, *Jerry Hobbs* und *Barbara Grosz* an diesem Projekt), wobei Ausgangspunkt dieses Entwicklungsprojektes weniger wissenschaftliches Interesse als die praktischen Notwendigkeiten sind. Daher werden in einem pragmatischen Ansatz schwierige linguistische Probleme wie eine allgemeine Behandlung der Konjunktion 'und' ausgeklammert und hauptsächlich an der Flexibilität, der Erweiterbarkeit und Robustheit des Parsers gearbeitet.

Mit NANOKLAUS wurde von Gary Hendrix eine Pilotversion von KLAUS (Knowledge-Learning and -Using System) implementiert, durch die in einem zunächst sehr stark eingeschränkten Englisch gleichzeitig das sprachliche und begriffliche Wissen sowie referentielles Wissen über den jeweiligen Anwendungsbereich eines natürlichsprachlichen Dialogsystems vom Benutzer ergänzt werden kann. Durch Systeme wie KLAUS soll es möglich werden, den Aufbau der Wissensbasis von KI-Systemen allein dem Experten des jeweiligen Anwendungsgebietes zu übertragen, ohne dabei wie bisher auf die Hilfe eines Informatikers mit KI-Kenntnissen zurückgreifen zu müssen. Allerdings stellten wir bei unseren Tests von NANOKLAUS fest, dass die sprachlichen und inferentiellen Fähigkeiten des Systems kaum über die Performanz der schon anfangs der 70iger Jahre an der Universität Hamburg entwickelten Systeme SNP von *Harold Boley* und HANSA von *Thies Wittig* hinausgehen. Doch die als MICROKLAUS bezeichnete Nachfolgeversion soll durch den Einsatz der DIAMOND-Grammatik erweiterte Interaktionsmöglichkeiten enthalten.

Das seit 1979 von *Bill Lewis* entwickelte Dialogsystem TED (Transportable English Data Manager) wurde als Schnittstelle zu konventionellen Datenbanksystemen entwickelt und unterstützt die Definition von Datenbankschemata, die Dateneingabe, die Eingabe

von lexikalischer Information und das Editieren der Schemata und Einträge der Datenbank. TED basiert auf der von *Bob Moore* entwickelten Datenbankankragesprache SODA, die bisher für den DATACOMPUTER von CCA und das DBMS-20 eingesetzt wurde. Im Gegensatz zu NANOKLAUS liegt die Dialoginitiative in TED meist beim System, d.h. der Benutzer wird durch eine Folge von natürlichsprachlichen Entscheidungs- und Ergänzungsfragen zu einer vollständigen und konsistenten Definition der Datenbankrelationen veranlasst.

Ausgehend von Sacerdotis Planungssystem NOAH und den Arbeiten zur Planerkennung und -erzeugung von Allen, Perrault und Cohen beschäftigt sich eine größere Gruppe von SRI-Wissenschaftlern (u.a. *Nils Nilsson, Doug Appelt, Kurt Konolige, Ann Robinson*) mit dem Aufbau interaktiver Planungssysteme, die als Komponente von natürlichsprachlichen Systemen auch die Planung in Situationen mit multiplen Agenten und unvollständig beschriebenen Objekten ermöglichen sollen. Das Planungssystem KAMP (Knowledge and Modalities Planner) von Doug Appelt benutzt eine in Bob Moores Dissertation spezifizierte modallogische Repräsentationssprache und soll zur zielgesteuerten Generierung von Sprechakten in natürlichsprachlichen Dialogsystemen eingesetzt werden.

Obwohl an dem von Nils Nilsson geleiteten SRI AI Center in einem Team hervorragender Wissenschaftler gearbeitet wird, sind die Arbeitsbedingungen nicht optimal, da wertvolle Zeit durch häufiges Antragsformulieren für Kurzprojekte und eine unzureichende Hardware-Ausstattung verloren geht. Wie wir bei unserer eigenen Arbeit mit LIFER, TED und NANOKLAUS feststellen konnten, ist das DECsystem20, auf dem unter TOPS-20 für alle KI-Projekte INTERLISP eingesetzt wird, am Tage meist stark überlastet. Nach Nils Nilsson soll die geplante Anschaffung von zwei LISP-Maschinen und einer Foonley F5 (preiswerte Kopie der PDP-10 mit TENEX-Betriebssystem zu rd. 50.000 \$) hier Abhilfe schaffen.

Universitäten und Forschungsinstitute wie SRI und BBN haben bei dem ohnehin schon enormen Mangel an Informatikern mit KI-Kenntnissen seit kurzem noch die zusätzliche Schwierigkeit, dass die amerikanische DV-Industrie Spitzenkräfte für hochdotierte Positionen in ihren KI-Gruppen abwirbt. So arbeiten vier der führenden KI-Fachleute von SRI (*Peter Hart, Duda Hart, Martin Tenenbaum, Harry Barrow*) seit September 1980 für den Halbleiter-Hersteller FAIRCHILD, der von dem Ölsuchunternehmen Schlumberger aufgekauft wurde. Auch *Earl Sacerdoti*, der durch das Planungssystem NOAH bekannt wurde, arbeitet nicht mehr für SRI sondern für die Firma Machine Intel Intelligence. In der Bay Area entstehen laufend neue Firmen, die KI-Produkte vermarkten wollen, u.a. wurde uns berichtet, dass auch *Ed Feigenbaum* von der Stanford University zwei eigene Firmen namens HEURISTICS und MOLGEN gegründet hat. Nach *Pat Winston* (MIT) verfolgt derzeit Schlumberger (Umsatz 1980 rd. 4,9 Milliarden

\$) weltweit die aggressivste Geschäftspolitik in Hinblick auf KI-Anwendungen. Eines der ersten Projekte ist die Entwicklung eines Expertensystems zur Interpretation von Werten, wie sie von den bei Ölbohrungen eingesetzten Spezialmessgeräten angezeigt werden.

### 3. Stanford University

In der sprachorientierten KI-Forschung gibt es am Computer Science Department der Stanford University derzeit nur zwei nennenswerte Aktivitäten: *Terry Winograd's* in letzter Zeit eher methodologische und wissenschaftstheoretische Untersuchungen zur sprachorientierten KI und das von *Gio Wiederhold* geleitete KBMS-Projekt (Knowledge Base Management Systems).

Hauptsächlich aus privaten Gründen beteiligte sich Winograd seit einiger Zeit kaum an größeren Entwicklungsprojekten, sondern arbeitet immer noch an dem seit mehreren Jahren angekündigten Buch 'Language as a Cognitive Process'. Symptomatisch ist, dass mehrere seiner Doktoranden ihre Forschungsarbeiten am SRI AI Center durchführen.

*Jerry Kaplan* setzt im KBMS-Projekt, das in Kooperation mit SRI International durchgeführt wird, u.a. zusammen mit *Jim Davidson* und *Neil Rowe* die in seiner Dissertation mit dem Dialogsystem CO-OP begonnene anwendungsorientierte Arbeit an natürlichsprachlichen Schnittstellen zu Datenbanksystemen fort. Kaplan und Davidson arbeiten zur Zeit intensiv an folgender Fragestellung: Formuliert ein Benutzer natürlichsprachliche Änderungsanweisungen für Datenbankeinträge nur von einem bestimmten Datensubmodell aus, so entsteht das Problem, diese Anweisungen so auszuwerten, dass danach die Integrität aller anderen Datensubmodelle gesichert bleibt. Kaplan und Davidson veranschaulichen das Problem anhand einer Datenbank, die nur aus den Relationen 'Angestellter/Abteilung' und 'Manager/Abteilung' besteht. Angenommen der Benutzer arbeitet mit einem Datensubmodell, das als einzige zusammengesetzte Relation 'Angestellter/Manager' enthält, dann ergeben sich bei der Auswertung einer natürlichsprachlichen Änderungsanweisung wie 'Schmidts Manager ist jetzt Meyer und nicht mehr Müller' zwei Möglichkeiten: Das System kann die Abteilung von Müller oder die von Schmidt ändern. Obwohl in dem der Änderung zugrundeliegenden Datensubmodell beide Möglichkeiten gleiche Ergebnisse liefern, ist evident, dass die alternativen Änderungsmöglichkeiten in anderen Datensubmodellen zu verschiedenen Resultaten führen. Ein Ziel des KBMS-Projektes ist es, aufgrund eines Benutzermodells solche Änderungsanweisungen zu disambiguieren, d.h. das System soll diejenige Möglichkeit auswählen, die der vermuteten Benutzerintention am besten entspricht.

Die bisher implementierte Version von KBMS benutzt den LIFER-Parser zur Transformation natürlichsprachlicher Eingaben in Ausdrücke der formalen Anfragesprache SODA, die als Schnittstelle zum DBMS-20 auf dem DECsystem20 dient.

Obwohl die Arbeitsbedingungen an der privaten Stanford University durch das bekanntermaßen hohe Qualitäts- und Leistungsniveau von Lehrkörper und Studenten sehr günstig sind, wurde von mehreren Informatikern beklagt, dass trotz des neuen Informatik-Gebäudes große Raumnot herrscht (z.T. vier wissenschaftliche Mitarbeiter in einem Raum) und in der Regel 45% der bewilligten Mittel für Drittmittelprojekte an die Universitätsverwaltung abgeführt werden müssen.

#### 4. Hewlett Packard

In den Hewlett Packard Computer Science Research Laboratories baut *Egon Loebner* eine KI-Forschungsgruppe auf. Die derzeit aus acht Wissenschaftlern bestehende Gruppe, zu der auch Datenbank-Experten wie *Jonathan King* (ehemals Stanford University) gehören, arbeiten auf einer Rechenanlage DECsystem20 mit dem von *Richard Weyhrauch* entwickelten System FOL. Weyhrauch von der Stanford University hat einen Beratervertrag mit der Hewlett Packard KI-Gruppe. Eines der ersten Projekte ist die Entwicklung einer natürlichsprachlichen Schnittstelle zu einem relationalen Datenbanksystem.

Um eine homogene Repräsentation aller Komponenten des natürlichsprachlichen Systems zu erreichen, soll das System vollständig in FOL formuliert werden. Dazu wurde FOL, das ursprünglich als Prüfsystem für prädikatenlogische Beweise und epistemologisches Experimentiersystem konzipiert war, in mehreren Richtungen erweitert; u.a. wurde eine Schnittstelle zu einer relationalen Datenbank eingeführt und die deduktiven Fähigkeiten wurden so weit ausgebaut, daß FOL als Theorembeweiser in einem natürlichsprachlichen System einsetzbar ist. Nachdem mit dem Ausbau von FOL das Werkzeug für das eigentliche Entwicklungsprojekt geschaffen wurde, soll als erste Komponente des angestrebten natürlichsprachlichen Systems ein Parser in FOL implementiert werden.

#### 5. Massachusetts Institute of Technology

Am MIT gibt es z.Z. nur eine sehr kleine Gruppe von Wissenschaftlern, die sich mit sprachorientierter KI-Forschung beschäftigt. Die von dem seit einiger Zeit schwer kranken *Bill Martin* geleitete Forschungsgruppe beschränkt sich derzeit auf den Entwurf eines leistungsfähigen, syntaktisch-orientierten Parsers. Der Parser EQSP, an dem Martin schon seit mehreren Jahren arbeitet und der jetzt von *Kenneth Church* fertiggestellt wird, soll wie der DIAMOND-Parser möglichst alle gängigen Konstruktionen des Englischen abdecken.



Kenneth Church, der eng mit den Linguisten *Ron Kaplan* und *Joan Bresnan* zusammenarbeitet, versucht extrem effiziente, aber dennoch leistungsfähige syntaktisch-orientierte Parser zu konstruieren, indem er zwei Vereinfachungen einführt: Die Hypothese vom deterministischen Parsing und die Hypothese vom Parsing mit endlichem Speicher. Ein deterministischer Parser wurde bereits 1979 in der Dissertation von Marcus mit dem System PARSIFAL vorgelegt. Wie der menschliche Hörer so haben auch solche Parser Schwierigkeiten bei der Analyse sog. Garden Path Sätze wie 'I told the boy the dog bit Sue would help him'. Neu in Churchs Parser YAP ist die zusätzliche Beschränkung auf einen festen endlichen Speicherbedarf. Bekanntlich können Sätze mit beliebig tiefen Einbettungen wie 'The rat the cat the dog ... chased bit ate the cheese' von endlichen Automaten nicht akzeptiert werden. Da aber für den menschlichen Hörer solche Sätze bei einer Einbettungstiefe von 3 oder 4 bereits nicht mehr akzeptabel sind, argumentiert Church, dass diese Performanzbeschränkungen dazu ausgenutzt werden können, mit einfachen Mitteln effiziente Parser zu konstruieren. YAP steht, noch extremer als PARSIFAL, im Kontrast zu den bisher in der KI verwendeten Parsern, denen meist nichtdeterministische Automaten von der Mächtigkeit einer Turing-Maschine (z.B. der ATN-Parser) zugrunde liegen.

Am MIT bemüht man sich besonders um die Entwicklung formal überprüfbarer Vergleichs- und Beurteilungskriterien für natürlichsprachliche Parser. Dabei wird einerseits auf Ergebnisse der Theoretischen Informatik im Bereich Komplexitätstheorie zurückgegriffen, andererseits werden aber auch durch die Auswertung umfangreicher Testkorpora (z.B. Asok Korpus, Ladder Korpus) empirische Vergleichsdaten ermittelt. Damit nähert sich das wissenschaftliche Niveau der Forschung über natürlichsprachliche Parser den Standards der wesentlich einfacheren Disziplin Compilerbau. *Law Hawkinson*, der im Auftrag einer Forschungsförderungsorganisation ein KI-System zur Unterstützung der Bewertung und organisatorischen Planung beantragter Forschungsprojekte entwickelt, arbeitet zunächst grundlagenorientiert wie John McCarthy, Ron Brachman, Pat Hayes und Bob Moore an epistemologischen Problemen natürlichsprachlicher Dialogsysteme. Wissensrepräsentationssprachen wie KRL, KI-ONE und FRL, zu denen keine denotationale Semantik vorliegt, lehnt er ab. Er hat für die von ihm speziell für Planungsprobleme entwickelte Repräsentationssprache PREP u.a. eine formale Semantik für Vererbungsmechanismen erarbeitet. Erst nach Klärung der repräsentationstheoretischen Fragen will Hawkinson mit dem eigentlichen Entwurf der natürlichsprachlichen Komponente seines Planungssystems beginnen.

## 6. Bolt, Beranek & Newman

Unter der Leitung von *Bill Woods* arbeitet für die Firma Bolt, Beranek & Newman (BBN) eine relativ große Gruppe hochqualifizierter Wissenschaftler (u.a. *Candy Sidner*, *Rusty Bobrow*, *Philip Cohen*, *Ron Brachman*) an natürlichsprachlichen KI-Systemen. Hauptziel

der Gruppe ist zur Zeit die Entwicklung eines Systems zur Unterstützung militärischer Entscheidungsprozesse, das dem Benutzer aufgrund natürlichsprachlicher Fragen und Anweisungen entscheidungsrelevante Daten in graphischer Form präsentieren soll. Es wird hauptsächlich an vier Komponenten gearbeitet: dem JARGON-System zum interaktiven Wissenserwerb, der Wissensrepräsentationssprache KL-ONE, dem semantisch-orientierten RUS-Parser und einer mit einem Partnermodell gekoppelten Sprechaktkomponente.

Im JARGON-Projekt wurde ein System zum interaktiven Aufbau, der Korrektur und Erweiterung von Wissensbasen entwickelt. JARGON ist eine quasi-natürliche Sprache, die gegenüber dem natürlichen Englisch viele Vereinfachungen (u.a. keine Pluralendungen, vereinfachte Pronomenreferenz, wenige Verben, kein Genus) aufweist. Durch einen Parser und Evaluator werden JARGON-Ausdrücke in Repräsentationskonstruktionen überführt, die in KL-ONE formuliert sind. Im Gegensatz zu NANOKLAUS von SRI wurde beim Entwurf von JARGON auch die Möglichkeit zum Editieren und der Korrektur der Wissensbasis vorgesehen, da sich herausstellte, dass der Benutzer beim interaktiven Aufbau der Wissensbasis oft Übergeneralisierungen, zu spezielle Attribuierungen und ungünstige Konzeptualisierungen vornimmt, die er später mit JARGON korrigieren möchte. Während im KLAUS-Projekt des SRI dem Benutzer ein möglichst breites Spektrum natürlichsprachlicher Formulierungen angeboten werden soll, beschränkt man sich bei JARGON auf eine stark eingeschränkte, aber einfach zu analysierende Eingabesprache, an die sich der Benutzer allerdings erst gewöhnen muss. Die ausgehend von Brachmans Dissertation seit 1977 ständig erweiterte Sprache KL-ONE ist eine objektzentrierte Wissensrepräsentationssprache, in der eine semantische Fundierung von Netzwerk-Darstellungen und eine Integration neuerer Ideen aus framebasierten Sprachen wie KRL angestrebt wird. Obwohl die Sprache, die in INTER-LISP implementiert ist, bereits in Projekten außerhalb von BBN eingesetzt wird, gibt es bisher keine stabile Sprachdefinition und keine vollständige Dokumentation. Wie wir vor Ort feststellen konnten, sind einige der in Veröffentlichungen dargestellten Erweiterungen von KL-ONE noch nicht implementiert.

Der von Rusty Bobrow entwickelte RUS-Parser wird jetzt in der Umgebung von PSIKLONE (Parsing and Semantic Interpretation using KL-ONE) eingesetzt, wobei die von dem syntaktisch-semantisch gesteuerten Parser aufgebauten semantischen Repräsentationskonstruktionen mithilfe von KL-ONE formuliert werden. RUS liegt eine umfangreiche und allgemeine ATN-Grammatik für das Englische zugrunde, die in ihrer Breite mit der am SRI entwickelten DIAMOND-Grammatik vergleichbar sein soll. Robustheit, Effizienz und Erweiterbarkeit waren die wesentlichen Entwurfsziele des RUS-Parsers. Ausgehend von den Ergebnissen der am MIT durchgeführten Arbeiten zum deterministischen Parsing und zur Parsereffizienz bemüht sich Bobrow in letzter Zeit darum, die ATN-Grammatik so umzugestalten, dass Effizienzverluste durch 'backtracking' vermie-

den werden können. In einer einfachen Anwendung des von Bill Woods entworfenen Schemas kaskadierter ATNs werden in PSI-KLONE ähnlich wie im HAM-RPM-Parser Teile der semantischen Repräsentation eines Satzes direkt während der syntaktischen Analyse einer Konstituente aufgebaut. Diese schrittweise erzeugten Teile der semantischen Repräsentation werden zur Steuerung beim weiteren Parsing verwendet und erst nach einem erfolgreichen Durchlauf durch den zu analysierenden Satz zu einer Repräsentationskonstruktion zusammengefügt.

Philip Cohen und *Raymond Perrault*, der die Hälfte seines Sabbaticals bei BBN verbringt, haben ihre Konzeption einer Sprechaktkomponente, die sie in den letzten Jahren zusammen mit *J. Allen* an der Universität in Toronto entwickelt hatten, in das natürlichsprachliche System von BBN integriert. Durch die Sprechaktkomponente, die auf eine mithilfe von KL-ONE formulierte Benutzermodell zurückgreift, soll es dem BBN-System möglich werden, nicht nur die rein wörtliche Interpretation der Benutzereingabe zu finden, sondern auch die mit einer eingegebenen Äußerung verbundene Sprecherintention zu erkennen. So reagiert das von BBN entwickelte System auf die Benutzereingabe 'Ich möchte X genauer sehen' nicht etwa mit 'Ich verstehe', sondern reagiert auf den indirekten Sprechakt mit einer Maßstabsänderung der gezeigten Graphik, um X auf dem Bildschirm für den Benutzer besser sichtbar zu machen. Eine einfache Vorversion der Komponente zur Sprechakterkennung ist implementiert, aber die Generierung von Sprechakten wurde bisher noch nicht bearbeitet.

Ähnlich wie am SRI so wurde auch von der KI-Gruppe bei BBN die unzureichende Hardware-Umgebung beklagt: Nach 10 Uhr morgens seien tagsüber ernsthafte Programmierarbeiten mit INTERLISP kaum möglich. Eine Verbesserung der Situation soll u.a. der Einsatz von mehreren Exemplaren des von BBN entwickelten Personal Computers JERICHO erbringen, auf dem die Sprachen INTERLISP und PASCAL implementiert sind. JERICHO ist eine in LSI-Technologie gebaute 32-Bit-Maschine mit einem Adressraum von 22 Bit. Das JERICHO-System besteht neben dem Prozessor u.a. aus einer 195Mbyte Platte und einem Bitmap Display (1024·1024 9-Bit-Pixel). Nach Auskunft von *James Calvin* ist die Ausführungszeit von LISP-Programmen auf der JERICHO rd. 1,4 mal länger als für die auf dem CADR-Prozessor basierenden LISP-Maschinen.

## 7. Computer Corporation of America

Auch in der FuE-Abteilung der Computer Corporation of America (CCA), die sich auf dem MIT-Campus befindet, gibt es eine kleine KI-Gruppe. *Gerald Wilson*, der diese KI-Gruppe leitet, hat früher an der University of Maryland zusammen mit Jack Minker an

Deduktionskomponenten für Datenbanksysteme gearbeitet. Da die Firma CCA besonders auf dem Datenbanksektor (u.a. mit dem Datacomputer) erfolgreich war, liegt der Schwerpunkt der geplanten KI-Anwendungen bei CCA auf deduktiven Datenbanksystemen. Daneben versucht *Gretchen Brown*, die vorher im MIT AI Lab gearbeitet hat, ihr dort entwickeltes Konzept einer Sprechaktkomponente bei der Entwicklung einer Benutzerschnittstelle zu einem Programm-Visualisierungssystem einzusetzen. Der Benutzer soll in diesem System den Kontrollfluß eines Programmes und Transaktionen in einem Datenbanksystem dadurch verändern können, dass er mithilfe einer komfortablen Kommandosprache Veränderungen an der als Petri-Netz graphisch dargestellten Ablaufstruktur vornimmt. Die KI-Gruppe bei CCA ist erst in der Aufbauphase und Gerald Wilson versucht, durch regelmäßige KI-Seminare mit auswärtigen Vortragenden die Mitarbeiter für weitere Anwendungsprojekte zu schulen.

## 8. University of Pennsylvania

Im Department of Computer and Information Science (Moore School) an der University of Pennsylvania hat *Aravind Joshi*, der z.Z. auch Institutsdirektor ist, in den letzten Jahren durch eine gezielte Berufungspolitik eine starke KI-Ausrichtung mit Schwerpunkten in Vision und natürlichsprachlichen Systemen erreicht. Neben Joshi führen *Rucena Bacjy*, *Norman Badler*, *Bonnie Webber* und *Tim Finin* zusammen mit weiteren Mitarbeitern eigene KI-Projekte durch. Daneben gibt es schon länger als in Berkeley und Stanford eine Cognitive Science Gruppe, in der rd. 10 weitere Wissenschaftler (u.a. *Gmeviève Berry-Rogghe*, *Martha Palmer*) aus den Bereichen Informatik, Linguistik, Psychologie und Philosophie als Sloan-Stipendiaten arbeiten. Es gibt regelmäßige interdisziplinäre Seminare für alle an Problemen der Kognitionswissenschaft Interessierten. Einer der Forschungsschwerpunkte der Kognitionswissenschaft in Philadelphia ist die Modellierung des Wissenserwerbs blindgeborener Kinder. Es wird dabei u.a. untersucht, wie Blindgeborene räumliche Konzepte lernen. Der vor einigen Jahren von Bacjy und Joshi eingebrachte Vorschlag, ein Szenenanalysesystem mit einem natürlichsprachlichen System zu koppeln, um die Szenenanalyse gezielt durch natürlich-sprachliche Anfragen ansteuern zu können, wurde überraschenderweise von Bacjy und Joshi selbst nicht konstruktiv in ein System umgesetzt.

In einem beantragten Projekt von *Badler*, Joshi und Bacjy soll diese Idee allerdings wieder aufgegriffen werden. Dabei soll in erster Linie erforscht werden, wie parallel über taktile, visuelle und akustische Kanäle empfangene Information im Zusammenhang ausgewertet werden kann. Badler interessiert sich besonders dafür, die sprachliche Bildbeschreibung dadurch zu verbessern, dass neben einer relationalen verbalen Beschreibung wie 'X touches Y' durch die Verwendung mehrerer sensorischer Kanäle auch die Erzeugung von Beschreibungen wie 'X pushes Y' und 'X hits Y' möglich wird. In den nächsten fünf Jahren will sich Badler außerdem weiterhin mit der graphischen

Synthese menschlicher Bewegungen beschäftigen. Simulationsmodelle für die Bewegungen des Gesichtes und der Hände sollen in einem Anwendungsprojekt zur Synthese der Zeichensprache für Taubstumme verwendet werden. Das von *Stephen Platt* entwickelte Modell zur Synthese von Gesichtsbewegungen soll aufgrund der genauen Simulation von Muskelbewegungen und der Hautspannung auch zur Vorhersage der Ergebnisse von Schönheitsoperationen einsetzbar sein. Die graphische Simulation von Körperbewegungen soll zum Arbeitsplatzentwurf u. a. im Space Shuttle Projekt der NASA verwendet werden. Während Badler z.Z. für die Grundsoftware zur Bildverarbeitung hauptsächlich PASCAL und FORTRAN auf einer UNIVAC und PDP-11 einsetzt, sollen die Programme zur verbalen Beschreibung menschlicher Bewegungen in FRL und PROLOG auf der für Forschungszwecke angeschafften VAX implementiert werden.

*Tim Finin* ist derzeit damit beschäftigt, die KI-Programmiersprachen FRL und KL-ONE auf der VAX verfügbar zu machen. FRANZ LISP und PROLOG stehen bereits auf der VAX des Instituts zur Verfügung. Mit den Hilfsmitteln FRL und KL-ONE möchte Finin ein intelligentes HELP-System entwickeln und die in seiner Dissertation beschriebenen Verfahren zur semantischen Analyse von Nominalkomposita (z.B. wird bei 'aircraft engine' die der Modifikation zugrundeliegende Teil-von-Relation erkannt) weiterentwickeln.

Unter der Leitung des Datenbank-Experten *Peter Buneman* und A. Joshi wird die von *Jerry Kaplan* (jetzt an der Stanford University) entwickelte natürlichsprachliche Datenbankschnittstelle CO-OP von *Eric Mays* um eine Komponente zur Korrektur konzeptioneller Benutzerfehler erweitert. Fehler, die auf mangelndem Wissen des Benutzers über Struktur und Aufbau der DB bestehen (z.B. die Benutzerfrage 'Welche Dozenten belegen Lehrveranstaltungen?'), sollen dabei durch natürlichsprachliche Hinweise des Systems korrigiert werden (z.B. durch die Systemreaktion: 'Ich glaube nicht, dass Dozenten Lehrveranstaltungen belegen. Studenten belegen Lehrveranstaltungen. Dozenten führen Lehrveranstaltungen durch.'). Auch *Kathleen McKeown* beschäftigt sich mit KI-Anwendungen im Datenbankbereich: Sie entwickelt eine Komponente zur Generierung von Textantworten aufgrund von Metafragen des Benutzers über Datenbankschemata (z.B. 'Was weißt Du über Manager?', 'Was ist der Unterschied zwischen einem Manager und einem Mitarbeiter?').

*Bonnie Webber* arbeitet zusammen mit Rusty Bobrow (BBN) an der PSI-KLONE-Version des RUS-Parsers und Geneviève Berry-Rogghe, die früher Mitarbeiterin im PLIDIS-Projekt in Mannheim war, beschäftigt sich mit der referentiellen Auflösung redundant codierter Nominalphrasen in Datenbanksystemen. Dabei soll auf der Basis eines von Barwise entwickelten Situationskalküls ein formales Modell der Referenzanalyse von NPs entwickelt werden, die nicht in der Datenbank gespeicherte zusätzliche

Prädikationen enthalten (z.B. 'der junge Leiter der Personalabteilung' wobei 'jung' nicht in der DB enthalten ist).

Schließlich versucht Joshi zusammen mit dem Logiker *Scott Weinstein*, das Fokus-Konzept aus der Linguistik zur Steuerung von automatischen Deduktionsverfahren auszunutzen.

## 9. Sperry Univac

Es ist typisch für das Interesse, das der KI z.Z. von amerikanischen Computerherstellern und Softwarehäusern entgegengebracht wird, dass ein in der Softwareforschung eher konservatives Unternehmen wie Sperry Univac mit *Norman Sondheimer* einen anerkannten Wissenschaftler im Bereich natürlichsprachliche Systeme für seine Forschungsabteilung engagiert hat. Sondheimer entwickelt eine natürlichsprachliche Schnittstelle ausgehend von dem RUS-Parser der Firma BBN. Der RUS-Parser wurde von Sondheimer zusammen mit *Ralph Weischedel* von der University of Delaware um eine Ellipsenkomponente erweitert. Die neu entwickelte Ellipsenkomponente basiert auf der Verwendung von Metaregeln, in denen Bedingungen für eine temporäre Relaxation der für das Parsen wohlgeformter Sätze formulierten ATN-Regeln spezifiziert werden. Neu ist, dass mit dem gleichen Verfahren neben Ellipsen, die durch Wiederholung oder Ersetzung entstehen, auch Ellipsen rekonstruiert werden können, die eine Erweiterung des vorangegangenen Bezugssatzes darstellen (z.B. 'Warst Du verärgert?' a) War ich (Wiederholung mit Transformation), b) Enttäuscht (Ersetzung), c) für einige Zeit (Erweiterung)). Der Metaregel-Formalismus wird von Sondheimer auch zur Verarbeitung teilweise ungrammatischer Benutzereingaben verwendet.

## 10. Rutgers University

An der Rutgers University in New Brunswick arbeitet unter der Leitung von *Soul Amarel* eine auch für amerikanische Verhältnisse recht große Gruppe von Informatikern in den KI-Teilgebieten Wissensrepräsentationssprachen (AIMDS, MDS), kognitive Modelle (BELIEVER), Expertensysteme (TAXMAN, EXPERT, SEEK) und lernende Systeme (REDHOT, FOCUSER). Die meisten Implementierungsarbeiten werden auf einer Rechenanlage DECsystem20 in AIMDS, FUZZY und Rutgers-UCILISP ausgeführt. Die Frame-Repräsentationssprache AIMDS (Act Interpretation Meta Description System) die seit 1976 an der Rutgers University im Einsatz ist, wird von *Natesa Sridharan* aufgrund von Anwendungserfahrungen in den Projekten BELIEVER und TAXMAN ständig weiterentwickelt. Mit *John Brezina* hat Sridharan einen Systemprogrammierer gewonnen, der sich ausschließlich mit Erweiterungen, Optimierungen und der Wartung von AIMDS beschäftigt. Seit 1980 gibt es eine Reimplementierung von AIMDS, die nach Sridharan die Ausführungszeit von AIMDS-Programmen gegenüber der u.a. in Leeds und Hamburg eingesetzten Erstversion auf ein Zehntel verkürzt. Eines der neuen Sprachkonzepte,

welche die Reimplementation enthält, ist die sog. Meta-Domain, in der grundlegende Frames wie TEMPLATE und PROPOSITION in AIMDS selbst definiert werden können, wodurch AIMDS eine mit RLL (Representation Language Language von Greiner und Lenat) vergleichbare Funktion beim Aufbau von neuen Repräsentationsformalisten übernehmen kann. Außerdem enthält die neue Version mehrere Vererbungsmechanismen (u.a. Vererbung von Wahrheitswerten, Vererbung von Inferenzregeln) und einen Metadeskriptor 'E' zur Kennzeichnung von Relationennamen, die LISP-Funktionen sind und bei einer Frame-Instantiierung ausgewertet werden. Die neue AIMDS-Version ist allerdings noch nicht vollständig ausgetestet.

AIMDS hat sich in den letzten Jahren immer weiter über den ursprünglich als Ausgangspunkt des Sprachentwurfes verwendeten Repräsentationsformalismus MDS hinaus entwickelt. *Chitoor Srinivasan*, der MDS zunächst als theoretisches Konzept entworfen hatte, arbeitet jetzt an einer LISP-Implementation von MDS, die er als Repräsentationssprache in einem Projekt zur automatischen Programmsynthese einsetzt. Außerdem versucht Srinivasan mithilfe von MDS auch das Erkennen von impliziten relationalen Abhängigkeiten in einer Datenbasis über Verwandtschaftsbeziehungen und das Erkennen von Buchstabenformen zu modellieren.

Sridharan arbeitet zusammen mit den Psychologen *Chuck Schmidt* und *John Gooddon* weiterhin an dem langfristigen Projekt BELIEVER, in dem bereits seit 1976 die Wissensrepräsentationssprache AIMDS erprobt wird. Ziel des BELIEVER-Projektes ist die Entwicklung eines kognitiven Modells, das es gestattet, die innerhalb einer eingegebenen Beschreibung einer kurzen Szenenfolge beobachteten Aktionen einer Person als zielgerichtetes Handeln zu interpretieren und den damit verbundenen Handlungsplan zu rekonstruieren. Da in BELIEVER schon sehr früh ein explizites Partnermodell und Planerkennungsverfahren eingesetzt wurden, sind die Ergebnisse dieses Projektes für die im Bereich Sprachverarbeitung derzeit viel diskutierte Probleme der Sprechaktplanung und -erkennung relevant. AIMDS wird auch zur Entwicklung des Expertensystems TAXMAN verwendet, das Sridharan zusammen mit dem Rechtswissenschaftler *Thorne McCarty* entwickelt. Als Anwendungsgebiet für TAXMAN, das im juristischen Bereich eingesetzt werden soll, wählte man mit dem Bereich Körperschaftssteuer ein Teilgebiet des Wirtschaftsrechts, das aus einer begrenzten Zahl abstrakter Konzepte besteht und somit weit weniger Repräsentationsprobleme aufwirft als etwa das Strafrecht, wo umfangreiches Alltagswissen (u.a. ethische Werte, soziale Normen) vorausgesetzt wird. Nach Sridharan ist die Wahl eines geeigneten Anwendungsgebietes für ein Expertensystem beim derzeitigen Stand der Technologie der Schlüssel zur erfolgreichen Anwendung. Da das TAXMAN-Projekt großes Interesse bei Juristen ausgelöst hat, ist der kommerzielle Vertrieb der Endversion des Systems vorgesehen.

Es laufen an der Rutgers University auch zwei kleinere Projekte im Bereich Wissenserwerb, die von *Robert Smith* und *Donald Smith* durchgeführt werden. Robert Smith entwickelt das System REDHOT, das einen Studenten beim Erlernen einfacher Beweisstrategien in der mathematischen Logik simulieren soll. REDHOT versucht, in dem eingegebenen CUU Logik-Curriculum die bei der Präsentation des Lehrstoffes verwendete Unterrichtsstrategie zu erkennen, um daraus in Anlehnung an Winstons Verfahren zum Erlernen struktureller Beschreibungen Beweisheuristiken abzuleiten. Donald Smith, der bei Robert Smith promoviert, versucht mit seinem System FOCUSER Aspekte des menschlichen Spracherwerbs zu modellieren. Ausgangspunkt der Untersuchung ist eine Sprachunterrichtssituation, in der ein Sprachlehrer dem System anhand einer vorbereiteten Unterrichtssequenz lexikalische, syntaktische und semantische Information vermittelt. FOCUSER wertet zwei Eingabekanäle aus: Beobachtungsdaten aus einer einfachen Blockwelt und Äußerungen des Sprachlehrers, die sich auf die Szene beziehen. Die Besonderheit von FOCUSER besteht darin, dass das System auch Wissen über Unterrichtsstrategien hat. Ein wesentlicher Faktor für den Lernerfolg ist, dass das System den jeweiligen Fokus des Unterrichts erkennt, d.h. den Sachverhalt auf den der Sprachlehrer mit einer eingegebenen Beispielsequenz hinaus will. Eine erste Implementation, in der eine einfache kontextfreie Grammatik mit semantischen Affixen durch Eingabe einer Unterrichtssequenz gelernt wird, liegt in Rutgers-UCILISP vor.

In der KI-Gruppe der Rutgers University arbeiten u.a. *Casimir Kulikowski*, *Shalom Weiss* und *Peter Politakis* auf dem Gebiet der medizinischen Expertensysteme. Das in dieser Gruppe entwickelte EXPERT-System, das hauptsächlich aus Portabilitätsgründen in FORTRAN implementiert wurde, ist in der Anwendung bisher sehr erfolgreich. Ähnlich wie EMYCIN handelt es sich bei EXPERT um ein Rahmensystem, das für verschiedene medizinische Wissensbereiche adaptiert werden kann. Weiss sieht die Allgemeinheit des EXPERT-Konzeptes besonders darin bestätigt, daß die Wissensbasis des existierenden medizinischen Beratungssystem mit ihren rd. 50.000 Inferenzregeln in den EXPERT-Formalismus übertragen werden konnte, und das so entstandene System für die vorgegebenen 432 Testfälle richtige Diagnosen lieferte. Zur Zeit arbeiten Politakis und Weiss an dem System SEEK, das ähnlich wie die von Davis entwickelte MYCIN-Komponente TEIRESIAS den Aufbau und die Korrektur der Wissensbasis von EXPERT erleichtern soll. Neben einem Bestand an Regelwissen verfügt SEEK über eine Sammlung von Krankheitsfällen und bekannten Diagnosen. SEEK wendet das Regelwissen auf die Testfälle an und gibt dann dem mit dem Aufbau der Wissensbasis beauftragten Experten Information darüber, wie das System mithilfe seines Regelwissens zu der vorgenommenen Diagnose gekommen ist. Der menschliche Experte kann dann solange Generalisierungen oder Spezialisierungen einer Inferenzregel des Systems vornehmen, bis eine für die Testfälle befriedigende Systemperformanz erreicht ist.



*Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die finanzielle Unterstützung der Vortrags- und Informationsreise. Durch Vorbereitung und Betreuung unseres Aufenthaltes haben Christian Freksa, Jane Robinson, Gretchen Brown, Geneviève Berry-Rogghe und Natesa Sridharan ganz wesentlich zum Erfolg unserer Reise beigetragen. Dafür möchten wir uns herzlich bedanken.*