



**Deutsches  
Forschungszentrum  
für Künstliche  
Intelligenz GmbH**

**Document**  
D-90-01

**Wissenschaftlich-  
Technischer  
Jahresbericht**

**1989**

**Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz  
GmbH**

Postfach 20 80  
D-6750 Kaiserslautern, FRG  
Tel.: (+49 631) 205-3211/13  
Fax: (+49 631) 205-3210

Stuhlsatzenhausweg 3  
D-6600 Saarbrücken 11, FRG  
Tel.: (+49 681) 302-5252  
Fax: (+49 681) 302-5341

# Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz

The German Research Center for Artificial Intelligence (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, DFKI) with sites in Kaiserslautern und Saarbrücken is a non-profit organization which was founded in 1988 by the shareholder companies ADV/Orga, AEG, IBM, Insiders, Fraunhofer Gesellschaft, GMD, Krupp-Atlas, Mannesmann-Kienzle, Nixdorf, Philips and Siemens. Research projects conducted at the DFKI are funded by the German Ministry for Research and Technology, by the shareholder companies, or by other industrial contracts.

The DFKI conducts application-oriented basic research in the field of artificial intelligence and other related subfields of computer science. The overall goal is to construct *systems with technical knowledge and common sense* which - by using AI methods - implement a problem solution for a selected application area. Currently, there are the following research areas at the DFKI:

- Intelligent Engineering Systems
- Intelligent User Interfaces
- Intelligent Communication Networks
- Intelligent Cooperative Systems.

The DFKI strives at making its research results available to the scientific community. There exist many contacts to domestic and foreign research institutions, both in academy and industry. The DFKI hosts technology transfer workshops for shareholders and other interested groups in order to inform about the current state of research.

From its beginning, the DFKI has provided an attractive working environment for AI researchers from Germany and from all over the world. The goal is to have a staff of about 100 researchers at the end of the building-up phase.

Prof. Dr. Gerhard Barth  
Director

Wissenschaftlich-  
Technischer

Jahresbericht

1989

Deutsches Forschungszentrum  
für  
Künstliche Intelligenz

Kaiserslautern und Saarbrücken

**Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz  
GmbH**

Postfach 20 80  
D-6750 Kaiserslautern  
Tel.: (+49 631) 205-3211/13  
Fax: (+49 631) 205-3210

Stuhlsatzenhausweg 3  
D-6600 Saarbrücken 11  
Tel.: (+49 681) 302-5252  
Fax: (+49 681) 302-5341



# Vorwort

Der vorliegende Bericht beschreibt die am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) im Verlauf des Jahres 1989 bearbeiteten Forschungsvorhaben und die dabei erzielten Resultate. Mehr als zwanzig hochqualifizierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben mit großem Engagement an Fragestellungen der maschinellen Verarbeitung von Wissen gearbeitet.

Im Kernpunkt der Forschungsaktivitäten standen in 1989 drei vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) geförderte Projekte. Deren Zielsetzung besteht in der Entwicklung von grundlegenden Konzepten und Methoden für die Entwicklung von

- Intelligenten Benutzerschnittstellen
- Intelligenten Ingenieursystemen
- Intelligenten Kooperationssystemen.

Der Bau solcher Systeme ist von höchstem Interesse und größtem Nutzen für zukünftige Anwendungen von Computern in den verschiedenartigsten Arbeitsumgebungen. Die dabei anfallenden Probleme sind komplex und kompliziert, ihre Lösungen liegen derzeit noch weitgehend im Dunkeln und sind Gegenstand weltweiter Forschungsaktivitäten. Das DFKI stellt sich im Vertrauen auf die fachlichen Fähigkeiten seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der nationalen und internationalen Konkurrenz. Dank sei an dieser Stelle dem BMFT für die von ihm bewilligten Fördermittel gesagt.

Neben den eben genannten Forschungsvorhaben wurden 1989 auch zwei Projekte in Angriff genommen, die in enger Kooperation mit Unternehmen aus dem Kreis der Gesellschafter der DFKI GmbH durchgeführt werden. Hierbei arbeiten Forscher aus der Industrie gemeinsam mit Wissenschaftlern aus dem DFKI an Fragestellungen, deren Antworten von höchstem Anwendungsnutzen sind. Wir sind optimistisch, daß diese Kooperationen für alle Beteiligten von wechselseitigem Vorteil sein werden.

In bescheidenem Maße wurden in 1989 am DFKI auch Forschungen im Auftrag seitens Dritter durchgeführt. Wir haben bewußt darauf verzichtet, in der Aufbauphase des DFKI derartige Forschungsaufträge in größerem Umfang zu akquirieren. Die Gefahr erschien uns zu groß, dadurch nicht genügend Aufmerksamkeit unserem vordringlichsten Ziel, nämlich der Errichtung eines Center of Excellence für anwendungsorientierte Grundlagenforschung im Bereich der Künstlichen Intelligenz widmen zu können.

Das Jahr 1989 brachte große Erfolge mit sich. Diese verdanken wir unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die ihre Resultate in zahlreichen Veröffentlichungen und Vorträgen einem kritischen Fachpublikum vorgestellt und dabei stets große Anerkennung gefunden haben. Ihnen allen gebührt unsere Hochachtung und unser ganz persönlicher Dank.

Kaiserslautern, im April 1990.

Professor Dr. Gerhard Barth  
Technisch-wissenschaftlicher Geschäftsführer

Diplom-Kaufmann Friedrich J. Wendl  
Kaufmännischer Geschäftsführer



## Inhaltsverzeichnis

1. BMFT geförderte Projekte.....	6
1.1. Projekt ARC-TEC.....	6
1.1.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse .....	7
1.1.2. Verknüpfung mit anderen DFKI Projekten .....	8
1.1.3. Veröffentlichungen, Vorträge, Patente, Produkte.....	8
1.1.4. Erreichte Meilensteine gemäß Projektantrag .....	10
1.1.5. Personalialia .....	10
1.2. Projekt WINO .....	12
1.2.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse .....	12
1.2.2. Verknüpfung mit anderen DFKI Projekten .....	14
1.2.3. Veröffentlichungen, Vorträge, Patente, Produkte.....	15
1.2.4. Erreichte Meilensteine gemäß Projektantrag .....	17
1.2.5. Personalialia .....	17
1.3. Projekt WIP.....	18
1.3.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse .....	18
1.3.1.1. Teilprojekt Präsentationsplanung .....	18
1.3.1.2. Teilprojekt TAG-GEN: Grundlegende Erweiterungen von Tree Adjoining Grammars zur inkrementellen Generierung natürlicher Sprache .....	19
1.3.1.3. Teilprojekt Wissensrepräsentationsgruppe .....	22
1.3.2. Verknüpfung mit anderen DFKI Projekten .....	23
1.3.3. Veröffentlichungen, Vorträge, Patente, Produkte.....	23
1.3.4. Erreichte Meilensteine gemäß Projektantrag .....	24
1.3.5. Personalialia .....	24
2. Von Gesellschaftern am DFKI durchgeführte Projekte .....	26
2.1. Projekt KIK.....	26
2.1.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse .....	27
2.1.1.1. Teilprojekt TEAMKOM.....	27
2.1.1.2. Teilprojekt TEAMWARE.....	28
2.1.2. Verknüpfung mit anderen DFKI Projekten .....	32
2.1.3. Weitere wissenschaftliche Kontakte .....	32
2.1.4. Veröffentlichungen, Vorträge, Patente, Produkte.....	33
2.1.5. Erreichte Meilensteine gemäß Projektantrag .....	33
2.1.6. Personalialia .....	33
2.2. Projekt OOSE.....	35
2.2.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse .....	35
2.2.2. Verknüpfung mit anderen DFKI Projekten .....	36
2.2.3. Personalialia .....	36



3. In Zusammenarbeit mit externen Partnern durchgeführte Projekte .....	37
3.1. Projekt ESY .....	37
3.1.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse .....	37
3.1.2. Verknüpfung mit anderen DFKI Projekten .....	37
3.1.3. Personalialia .....	37
3.2. Projekt SIW .....	38
3.2.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse .....	38
3.2.2. Verknüpfung mit anderen DFKI Projekten .....	38
3.2.3. Veröffentlichungen, Vorträge, Patente, Produkte .....	39
3.2.4. Personalialia .....	39
4. Ausblick auf weitere Projekte .....	40
4.1. Projekt ALV .....	40
4.1.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse .....	40
4.1.2. Veröffentlichungen, Vorträge, Patente, Produkte .....	40
4.1.3. Personalialia .....	41
4.2. Projekt DISCO .....	42
4.2.1. Projektziel .....	42
4.2.2. Projektkooperationen .....	42
4.2.3. Projektorganisation .....	43
4.3. Projekt PHI .....	45



# 1. BMFT geförderte Projekte

## 1.1. Projekt ARC-TEC

Das Projekt Akquisition, Repräsentation und Compilierung von Technischem Wissen (ARC-TEC), BMFT Förderkennzeichen ITW 8902 C4 wurde am 1. Mai 1989 gestartet und läuft bis 31. Dezember 1992.

Im Rahmen des Projektes sollen grundlegende Lösungen erarbeitet werden zu den KI-Problemen der Akquisition, Repräsentation und Compilation von Wissen für technische Expertensysteme. Entsprechend den konzeptionellen Lösungen soll eine nahtlos zusammenpassende Abfolge von Softwaretools (eine Shell) zur Wissensverarbeitung integriert zur Verfügung gestellt werden:

Mit der Akquisition soll das dem menschlichen Experten zur Verfügung stehende Wissen formaler Repräsentation zugänglich gemacht werden, die durch Compilation in tiefere Ebenen transformiert und ausgeführt werden müssen.

Anhand einer Anwendungsdomäne innerhalb des Maschinenbaus soll durch Beispiel-expertensysteme nachgewiesen werden, daß die erarbeiteten Lösungen für so unterschiedliche Aufgabenkategorien wie Arbeitsplanung und Diagnose einsetzbar sind. Das technische Wissen beinhaltet sowohl elementare Daten, Verfahren, Lehrbuchwissen, wie auch allgemeinvernünftige Verhaltensweisen.

Die CIM-Idee soll vertieft werden durch Übergang von einem Standard-Datenmodell zu einem umfassenden Wissensmodell. Zwischen dem DFKI und dem CIM-Center Kaiserslautern, das von Prof. Warnecke geleitet wird, besteht daher ein Kooperationsvertrag, um eine enge Zusammenarbeit zu ermöglichen.

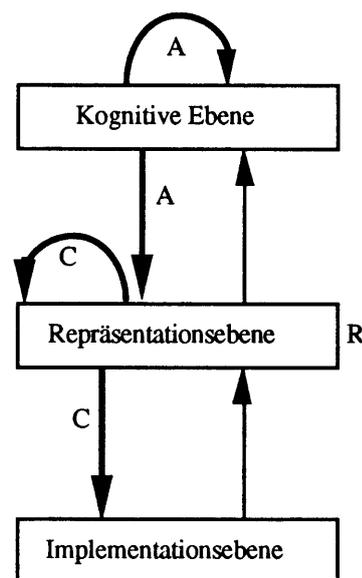


Abb. 1: Zwischen der Wissensäußerung und ihrer maschinellen Verwendung sind mehrere Transformationen durchzuführen (➡ - Pfeile). Diese gehen in Richtung einer stärkeren



Strukturierung innerhalb der Ebenen und in Richtung von der kognitiven über die formale zur effizient verarbeitbaren Form.

Jedes syntaktische im Bildbereich einer Transformation erzielte Ergebnis muß seine Bedeutung im Urbildbereich der Transformation zugewiesen bekommen. Dies ist durch  $\longrightarrow$  zwischen den Ebenen angedeutet. Am interessantesten und schwierigsten ist die Rückabbildung in die kognitive Ebene, was üblicherweise als Erklärung bezeichnet wird.

### 1.1.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse

Genehmigt für 1989 waren der A- und der R-Teil von ARC-TEC. Inhaltlich wurden hier folgende Arbeiten vorgenommen: Zunächst wurde der Anwendungsbereich näher spezifiziert und vorerst auf die Betrachtung rotationssymmetrischer Teile eingeschränkt. Das führte im einzelnen in den Teilprojekten zu folgenden Arbeiten:

Nach der Einstellung vier Mitarbeitern zum Oktober 1989 wurden folgende Arbeitspakete bearbeitet:

- Analyse der im Anwendungsbereich auftretenden Wissenstypen, speziell in Bezug auf die Beschreibung der Herstellungsplanung rotationssymmetrischer Teile (Arbeitspaket WT-DIAG)
- Erste Ansätze für ein Wissensakquisitionsszenario (Arbeitspaket KA-SCE)

Die Klassifikation des benötigten Wissens nach Typen in dem gegebenen Aufgabenbereich ergab u.a., daß Wissen sowohl aus Lehrbüchern als auch aus Expertenbefragungen erhoben werden muß. Das Lehrbuchwissen umfaßt die relevanten mathematischen, physikalischen und andere grundwissenschaftliche Erkenntnisse. Das Erfahrungswissen wird von Ingenieuren nur durch ihre langjährige Tätigkeit erworben. Auf dieser Grundlage wurde ein Verfahren zur Wissensakquisition aus Lehrbuchtexten und ein Verfahren zur Erhebung von Erfahrungswissen konzipiert, auf deren Grundlage die Wissensakquisitionswerkzeuge entwickelt werden sollen.

Die Arbeiten im R-Teil begannen dagegen bereits im Juli 1989. Arbeitsplanmäßig schlugen sie sich wie folgt nieder:

- Untersuchung konventioneller Produktmodelle (Arbeitspaket PROD)
- Überlegungen zur Entwicklung einer KL-ONE-artigen Sprache für ARC-TEC am Beispiel des Anwendungsbereichs (Arbeitspakete APP-KONS und APP-KONF)
- Vergleichende Untersuchungen von XPS-Shells (Arbeitspakete APP-KONS und APP-KONF)

Die beiden Hauptaspekte der Arbeiten des R-Teils 1989 waren einerseits eine prototypische und exemplarische Einengung des maschinenbaulichen Anwendungsbereiches auf rotationssymmetrische Teile und zum anderen die Analyse der Repräsentationssprache KL-ONE auf ihre Defizite zur Repräsentation des maschinenbaulichen Wissens hin. Die Thematik von ARC-TEC wurde hier am Beispiel zweier Aufgaben hin durchgespielt:

1. Wie erzeugt man aus einer CAD-Zeichnung einen Arbeitsplan?
2. Wie analysiert man mögliche Differenzen zwischen Ist- und Soll-Teil im Hinblick auf eine zu stellende Fehlerdiagnose?



Bei der Formalisierung der auftretenden Wissensinhalte traten deutliche Defizite bei den untersuchten KL-ONEartigen Sprachen auf. Die betrachteten Dialekte waren auf natürliche Sprachsysteme ausgerichtet; die Anforderungen aus technischer Sicht waren erwartungsgemäß



- [14] M. M. Richter: Erkenntnisfähigkeit und technische Mittel. Landeskolloquium für hochbegabte Studenten Baden-Württemberg, Schloß Reisenburg, August 1989.
- [15] M. M. Richter: Expert system technology and decision support systems. EAW Workshop "Decision Analysis and Knowledge Based Reasoning", Ulm, September 1989.



- [41] M. M. Richter: Fachgutachter für praktische Informatik bei der DFG.
- [42] M. M. Richter: Gutachter für Eurostat (DOSES).

Herausgebortätigkeit

- [43] M. M. Richter:  
Mitherausgeber "Journal of Automated Reasoning".  
Mitherausgeber "Mathematical Systems in Economy".  
Advisory Board "Annals of Mathematics in Artificial Intelligence".  
Mitherausgeber "Theory and Decision Library, Series B: Mathematical and Statistical Methods" (Reidel Verlag).  
Beirat "Leitfäden der angewandten Informatik" (Teubner Verlag).  
Beirat "KI" (Oldenbourgverlag).

Tagungsleitungen:

- [44] M. M. Richter: Adaptive Learning, Schloß Reisenburg Juli 1989 (mit Peter Bock und F.-J. Radermacher).
- [45] M. M. Richter: Boolean functions, Propositional Logic and AI-systems, FAW Ulm, September 1989 (mit P.Hammer, J.Franco und F.J.Radermacher).
- [46] M. M. Richter: Computer Science Logic, Kaiserslautern Oktober 1989 (mit E.Börger und H. Kleine Büning).

Sektionsleitungen:

- [47] M. M. Richter: Expert Systems and Artificial Intelligence, 14. Symposium über Operations Research in Ulm, September 1989.

Programmkomitees:

- [48] M. M. Richter: Logic Colloquium 89. European Summer Meeting of the ASL, Berlin, Juli 1989.

#### **1.1.4. Erreichte Meilensteine gemäß Projektantrag**

Trotz der sehr späten Verfügbarkeit der schriftlichen Projektgenehmigung und den daraus resultierenden Verzögerungen konnte die Einstellung qualifizierter Mitarbeiter vergleichsweise zügig durchgeführt werden. Auch wegen der üblichen Kündigungsfristen unserer neuen Mitarbeiter gegenüber ihren bisherigen Arbeitgebern konnte unter diesen Randbedingungen der vorgesehene Zeitplan nicht streng eingehalten werden und die bewilligten Mittel wurden für den Berichtszeitraum nicht völlig ausgeschöpft.

Darüber hinaus hatte die späte Verfügbarkeit von Arbeitsrechnern (Ende Dezember 1989) eine Umschichtung im Arbeitsplan zur Folge. Theoretische Arbeiten wurden vorgezogen, und auf Implementierungsarbeiten mußte fast völlig verzichtet werden.

#### **1.1.5. Personalia**

Es ist gelungen, hervorragend qualifizierte Wissenschaftler für das ARC-TEC Projekt zu gewinnen und dabei ein den Aufgabenbereichen des Projektes entsprechendes Verhältnis von Kognitionswissenschaftlern, Ingenieuren und Informatikern herzustellen.

Im einzelnen haben die Arbeit aufgenommen:

- Dipl.-Ing. Christian Schulz zum 1.6.89 (befristeter Vertrag bis 30.9.89)



- Dipl.-Inform. Manfred Meyer zum 1.8.89
- Dipl.-Ing. Ralf Legleitner zum 1.10.89
- Dr. rer. nat. Franz Schmalhofer zum 1.10.89
- Dipl.-Inform. d. Med. Gabriele Schmidt zum 1.10.89



## 1.2. Projekt WINO

Das Projekt Wissensrepräsentation und Inferenzmechanismen (AKA-WINO) (BMFT Förderkennzeichen ITW 8903 0) wurde am 1. Mai 1989 begonnen und soll bis zum 30. April 1992 durchgeführt werden. Im AKA-Projekt sollen die Grundlagen für Wissensrepräsentationsformalismen und Inferenzmechanismen bei der Kooperation mehrerer autonom agierender Systeme untersucht werden. Das Teilprojekt WINO zielt auf die Objektiv-



vermeiden. Die formale Definition zeigt auch, daß es a priori keinen Zusammenhang zwischen der Ausdruckstärke einer WR-Sprache und der Komplexität ihrer Schlußfolgerungsalgorithmen (z.B. für Subsumption) gibt.

Eine Möglichkeit, die Ausdruckstärke einer terminologischen WR-Sprache wie KL-ONE zu erhöhen, ist es, zyklische Definitionen zuzulassen. Zum Beispiel können dadurch Konstrukte wie transitiver Abschluß von Relationen ausgedrückt werden. Solche Definitionen werden in existierenden WR-Formalisten meist mit dem Argument verboten, daß ihre Semantik zu undurchschaubar sei. Für eine sehr einfache dieser auf KL-ONE basierenden WR-Sprachen konnte die Bedeutung zyklischer Definitionen bezüglich der bisher in der Literatur betrachteten Semantiken vollständig mit Hilfe endlicher Automaten beschrieben werden. Insbesondere erhält man Subsumptionsalgorithmen aus bekannten automatentheoretischen Algorithmen und Theoremen ([19], diese Ergebnisse werden in einem gerade entstehenden DFKI-Report dargestellt). Es soll weiterhin untersucht werden, ob man diese eingeschränkte Art von Zyklen in eine größere Sprache einbauen kann.

KL-ONE-artige WR-Sprachen haben wir in WINO auch von der algorithmischen Seite her untersucht (siehe [1],[31],[32]). Eine der wichtigsten Inferenzen, die in Wissensrepräsentationssystemen der KL-ONE-Familie gezogen werden, ist die Berechnung von Subsumptionsbeziehungen zwischen Konzepten. Bis vor gut einem Jahr waren – abgesehen von Algorithmen für einige sehr einfache Konzeptsprachen – keine vollständigen Subsumptionsalgorithmen bekannt. Ein Schwerpunkt unserer Forschung in dieser Richtung war die Entwicklung eines Schemas zur Formulierung von vollständigen Subsumptionsalgorithmen. Dieses Schema ist so allgemein, daß wir es auf eine Vielzahl nicht-trivialer Konzeptsprachen anwenden konnten, und es auch für andere Inferenzen wie z.B. Realisation benutzt werden kann. Es wurden dabei eine Reihe neuer Komplexitätsresultate für Konzeptsprachen erzielt. Einige der Algorithmen werden derzeit implementiert ([5]), was ein erster Schritt zur prototypischen Implementierung eines WR- und Inferenzsystems ist.

Ein Spezialfall der KL-ONE-artigen Konzeptsprachen sind Vererbungshierarchien mit sogenannten Feature-Typen. Es wurde ein Ansatz untersucht, diese in die typisierte logische Programmiersprache TEL zu integrieren (siehe [2]). Da Feature-Typen Anwendungen in Sprachverarbeitung und Wissensrepräsentation haben, ist dies ein vorbereitender Schritt für die geplante Erweiterung von der logischen Programmiersprache TEL um Wissensstrukturen. Es wurden dabei auch grundsätzliche Probleme der Kombination von logischen Programmiersprachen und strukturierten Typen für die Wissensrepräsentation untersucht (siehe [27], [30]).

Ein weiteres Ziel des Projektvorhabens ist die Kombination KL-ONE-artiger Wissensrepräsentationssprachen mit allgemeiner Prädikatenlogik. Dazu wurde eine constraint-basierte Erweiterung von Prädikatenlogik ausgearbeitet, die sich als Ansatz für KL-ONE-Erweiterungen um Prädikatenlogik, sowie um Raum- und Zeitwissen eignet. Für die ~~Zeitrepräsentation~~ wurden außerdem verschiedene bekannte Verfahren zur Repräsentation von



WINO

Programmsynthese für den Einsatz in der Wissensrepräsentation untersucht. Im Mittelpunkt standen dabei Methoden zur Generalisierung von Wissen (siehe [33], [34]).

Die Forschungsergebnisse wurden in Form von Papieren bei verschiedenen Konferenzen eingereicht. Darüberhinaus gibt es eine Reihe von Projektarbeiten, Diplomarbeiten und HIWI-Aufgaben, die z.T. bereits in schriftlicher Form dokumentiert sind (siehe Abschnitt 2.2.3).

### **1.2.2. Verknüpfung mit anderen DFKI Projekten**

Bei einem gemeinsamen Workshop über "Repräsentation von technischem Wissen" zusammen mit dem ARC-TEC-Projekt am DFKI in Kaiserslautern, 7. und 8. Dezember 1989 sollte erarbeitet werden, inwieweit sich KL-ONE-artige Sprachen zur Repräsentation verschiedener Wissensbereiche aus dem Bereich Maschinenbau eignen. Für WINO ergab sich dadurch die Möglichkeit, KL-ONE zur Wissensdarstellung in einem umfangreichen und teilweise noch nicht hinreichend strukturierten Anwendungsgebiet im praktischen Einsatz zu erproben. Von WINO-Mitarbeitern wurden dabei drei Vorträge gehalten ([21], [22], [31]).

Im Rahmen eines Kolloquiumsvortrags in Saarbrücken (siehe [32]) wurden unsere



noch gearbeitet, ein Teil der Ergebnisse wurde aber bereits in Vorträgen dargestellt (siehe [31], [32]).

Es wurden Kontakte zur freien Universität Brüssel, dem Philips Forschungszentrum London und der Firma ONERA in Chatillon aufgenommen. Alle Gruppen arbeiten auf dem Gebiet von Multi-Agenten-Systemen und verteilten KI Anwendungen. Interessant dabei waren die verschiedenen Modellierungen der Agenten-Szenarien und die unterschiedlichen Repräsentationsparadigmen. Zusammen mit zwei weiteren Firmen (CGE, Frankreich und KNOSSOS, Griechenland) wurde ein gemeinsamer Projektantrag für ESPRIT II zum Thema Multi-Agenten-Systeme ausgearbeitet. Die Kontakte werden weiter ausgebaut.

Bei der Teilnahme an mehreren Tagungen, z.T. mit Vorträgen (GWA I 89; Deduktionstreffen 89 – einem Workshop der FG Deduktionssysteme der GI; Category Theory and Computer Science 1989; Workshop on Automated Reasoning; FAW-Workshop on Boolean Functions, Propositional Logic, and AI Systems; IEEE Conference on New Technologies (TENCON)) ergaben sich ebenfalls Kontakte zu anderen Wissenschaftlern.

### 1.2.3. Veröffentlichungen, Vorträge, Patente, Produkte

Erfindungen, Schutzrechtsanmeldungen oder erteilte Schutzrechte haben sich nicht ergeben.

Einige der im folgenden aufgezählten Veröffentlichungen und Vorträge beziehen sich auf Arbeiten, die zum Teil noch vor dem Eintritt der Mitarbeiter in das Projekt fertiggestellt wurden. Es handelt sich dabei um Arbeiten auf den Gebieten Unifikation, Termersetzung und Theorembeweisen. Resulte und Know-How auf diesen Gebieten sind, wie bereits im Projektantrag dargelegt, für das WINO-Projekt von Bedeutung.

#### Diplomarbeiten

- [1] B. Hollunder: "Subsumption Algorithms for Some Attributive Concept Description Languages", August 1989.
- [2] G. Seul: "Erweiterung von TEL um Vererbungshierarchien und Features", laufend.
- [3] Th. Steinbach: "A Theorem Prover for Clauses with Constraints", laufend.
- [4] M. Tepp: "Kombinationsverfahren für Unifikationsalgorithmen", August 1989.

#### Berichte über Projektarbeiten, etc.:

- [5] E. Achilles, A.Laux, J.P.Mohren: "Implementierung von Subsumptionsalgorithmen für einige Konzeptsprachen", laufend.
- [6] P. Breuer: "Repräsentation von räumlichen Gegebenheiten", laufend.
- [7] M. Pischel: "Repräsentation von Fahrzeugen und Fahrzeugteilen in KL-ONE", laufend.
- [8] K. Schäfer: "Repräsentation eines Verladehofes in KL-ONE", laufend.
- [9] M.-M. Schechter: "Zeitwissen in PROLOG", Dezember 1989.
- [10] R. Scheidhauer: "Issues in Temporal Logic Programming", laufend.
- [11] J. Spoelstra: "An Application for Time Reasoning with PROLOG", laufend.

#### Vorlesungen, Übungen, Praktika:

- [12] H.-J. Bürckert, R. Reibold: "Prolog (Schachendspiel)", KI-Grundpraktikum, WS 1989/90, Universität Kaiserslautern.
- [13] H.-J. Bürckert, W. Nutt: "Unifikation (Implementation von Robinson-Algorithmen)", KI-Grundpraktikum, WS 1989/90, Universität Kaiserslautern.
- [14] J. Müller, H.-J. Bürckert, W. Nutt: "Logische Grundlagen der Wissensrepräsentation", Vorlesung, WS 1989/90, Universität Kaiserslautern.



## Veranstaltungen:

- [15] H.-J. Bürckert, W. Nutt: 3rd International Workshop on Unification, Lambrecht, 26.-28. Juni 1989.
- [16] W. Nutt, F. Schmalhofer: DFKI-interner Workshop "Repräsentation von technischem Wissen", 7.-8. Dezember 1989.

## Vorträge:

- [17] F. Baader: "Unification Properties of Commutative Theories: A Categorical Treatment", Conference on Category Theory and Computer Science, Manchester, 5.-8. September 1989.
- [18] F. Baader: "Unification in Commutative Theories, Hilbert's Basis Theorem and Gröbner Bases", Vortrag an der University of London, Egham, 11. September 1989.
- [19] F. Baader: "KL-ONE-artige Wissensrepräsentationssprachen: Ausdrucksstärke und terminologische Zyklen", Vortrag am Seminar für natürlich-sprachliches Schließen, Tübingen, 23. Oktober 1989.
- [20] H.-J. Bürckert: "WINO – Logical Foundations of Knowledge Representation", CompuLog Workshop, Egham, 23.-26. Mai 1989.
- [21] H.-J. Bürckert: "KL-ONE-basierte Wissensrepräsentation", DFKI-interner Workshop "Repräsentation von technischem Wissen", Kaiserslautern, 7.-8. Dezember 1989.
- [22] B. Hollunder: "Hybride Inferenzen in KL-ONE", DFKI-interner Workshop "Repräsentation von technischem Wissen", Kaiserslautern, 7.-8. Dezember 1989.
- [23] J. Müller: "ATP For Set Theory = Inference Engine for KL-ONE", Workshop on Automated Reasoning, Argonne, 1.-4. August 1989.
- [24] J. Müller: "A Resolution Calculus Extended by Equivalence", German Workshop on Artificial Intelligence (GWAI), 18.-22. September 1989.
- [25] J. Müller: "Completion and Resolution Theorem Proving: A Comparative Study", FAW-Workshop Boolean Functions, Propositional Logic, and AI Systems, Ulm, 2.-5. September 1989.
- [26] J. Müller: "Synthesizing LISP-Programs from Algebraic Specifications", TENCON89, Bombay, November 1989.
- [27] W. Nutt: "Structured Types for Logic Programming", CompuLog Workshop, Egham, 23.-26. Mai 1989.
- [28] W. Nutt: "Unification in Modular Categories", 3rd International Workshop on Unification, Lambrecht, 26.-28. Juni 1989.
- [29] W. Nutt: "The Unification Hierarchy is Undecidable", 3rd International Workshop on Unification, Lambrecht, 26.-28. Juni 1989.
- [30] W. Nutt: "Logic Programming with Structured Types: The Constraint Approach", CompuLog Workshop, Garmisch, 19.-21. September 1989.
- [31] W. Nutt: "Terminologische Inferenzen und ihre Komplexität", DFKI-interner Workshop "Repräsentation von technischem Wissen", Kaiserslautern, 7.-8. Dezember 1989.
- [32] W. Nutt: "Inferenz in KL-ONE: Algorithmen und Komplexität". Vortrag im SFB-314-Kolloquium in Saarbrücken, 21. Dezember 1989.

## Veröffentlichungen:

- [33] J. Avenhaus, J. Müller, M. Vierling: "REPSY: REwrite Program SYnthesis", Proceedings of the Workshop "Verifikation, Konstruktion und Synthese von Programmen", Interner Bericht 10/89, Universität Karlsruhe.
- [34] J. Avenhaus, J. Müller: "Synthesizing LISP-Programms from Algebraic Specifications", Proceedings of the IEEE TENCON89, Bombay, November 1989.
- [35] F. Baader: "Unification Properties of Commutative Theories: A Categorical Treatment", Proceedings of the Conference on Category Theory and Computer Science, Springer LNCS 389, S. 273–299, September 1989.
- [36] F. Baader: "Unification in Commutative Theories", J. Symbolic Computation 8, S. 479–497, Dezember 1989.
- [37] K.-H. Bläsius, H.-J. Bürckert (Hrsg.): "Deduction Systems in Artificial Intelligence", Ellis Horwood, Chichester, England, Juli 1989.
- [38] H.-J. Bürckert: "Computational Logic", in: Bläsius, Bürckert (Hrsg.): "Deduction Systems in Artificial Intelligence", Ellis Horwood, S. 177-202, Juli 1989.
- [39] H.-J. Bürckert: "Unification Theory", in: Bläsius, Bürckert (Hrsg.): "Deduction Systems in Artificial Intelligence", Ellis Horwood, S. 141-153, Juli 1989.



- [40] H.-J. Bürckert: "Matching – A Special Case of Unification?", in: C. Kirchner (Guest editor): "Special Issue on Unification", J. of Symbolic Computation 8, S. 523-536, Dezember 1989.
- [41] H.-J. Bürckert, A. Herold, M. Schmidt-Schauß: "On Equational Theories, Unification, and (Un)Decidability", in: C. Kirchner (Guest editor): "Special Issue on Unification", J. of Symbolic Computation 8, S. 3-49, Juni 1989.
- [42] H.-J. Bürckert, W. Nutt (Hrsg.): "Proceedings of 3rd International Workshop on Unification", Lambrecht, Juni 1989; SEKI-Report SR-89-17, Universität Kaiserslautern, November 1989.
- [43] J. Denzinger, J. Müller: "EQTHEOPOGLES – A Completion Theorem Prover for PL1EQ", Proc. German Workshop on Artificial Intelligence, Springer, Berlin, September 1989.
- [44] J. Müller, R. Socher: "A Resolution Calculus Extended by Equivalence", Proc. German Workshop on Artificial Intelligence, Springer, Berlin, September 1989.
- [45] J. Müller, R. Socher: "ER-Resolution", SEKI- Report SR-89-23, Universität Kaiserslautern, Dezember 1989.



### **1.3. Projekt WIP**

Das Projekt Wissensbasierte Informationspräsentation (WIP) (BMFT Förderkennzeichen ITW 8901 8) wurde am 1. April 1989 begonnen und läuft bis 31. März 1993

#### **1.3.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse**

Alle drei Teilprojekte des Vorhabens WIP konnten im Berichtszeitraum ihre Arbeit aufnehmen, wobei als erste die Projektgruppe Präsentationsplanung, dann die Gruppe Sprachgenerierung und zuletzt die Wissenrepräsentationsgruppe begannen. Wichtigste gemeinsame Arbeit war die Spezifikation und Untersuchung einer eingeschränkten Anwendungsdomäne für den ersten Demonstrator: die Bedienungsanleitung für eine Espressomaschine von Philips. Nach der Konkretisierung der Präsentationssituation wurde an der Erreichung des ersten Meilensteins gearbeitet, der eine Spezifikation der Gesamtarchitektur des WIP-Systems erfordert.

##### **1.3.1.1. Teilprojekt Präsentationsplanung**

#### **Planung multimodaler Dokumente**

Motiviert durch Arbeiten aus der Textlinguistik wurde bei der Präsentationsplanung von der Überlegung ausgegangen, daß nicht nur die Erzeugung von Texten, sondern auch die Synthese multimodaler Dokumente als kommunikative Handlung zur Erreichung von Zielen aufgefaßt werden kann. Für die Realisierung eines Systems, das selbstständig illustrierte Dokumente erzeugt, bot sich daher ein planbasierter Ansatz an, wie er beispielsweise von Moore und Paris für die Textgenerierung verwendet wird. Es wurde gezeigt, daß die in der Textlinguistik gebräuchliche Unterscheidung zwischen Haupt- und Nebenhandlungen auch für Bilder und Text-Bild-Kombinationen geeignet ist. Ausgehend von der Unterscheidung zwischen Haupt- und Nebenhandlungen wurden Strategien formuliert, die sich sowohl auf die Erzeugung von Text als auch auf den Aufbau von Bildern beziehen. Beispielsweise kann man in einer Haupthandlung den Adressaten verbal auffordern, ein Objekt hochzuheben, das man in einer Nebenhandlung zeigt. Zu jeder Strategie wird angegeben, welche Wirkung sie auf den Adressaten hat (z.B. der Adressat kennt das Ergebnis einer Aktion) oder welche Funktion sie hinsichtlich anderer Dokumententeile zu erfüllen hat (z.B. Textpassage zur Erläuterung einer Graphik). Bei der Planung eines multimodalen Dokuments wird nun nach anwendbaren Strategien gesucht, deren Effekte mit dem Präsentationsziel instantiierbar sind. Kommen mehrere Strategien in Frage, wird zur Konfliktauflösung auf Auswahlregeln zurückgegriffen. Bei der Formulierung dieser Regeln fanden psychologische Untersuchungen Berücksichtigung, in denen Wirksamkeit der Präsentationsmodi in Abhängigkeit vom Informationstyp untersucht wird.

#### **Wissensbasierte Graphikgenerierung**

Weitere Forschungsaktivitäten bezogen sich auf die wissensbasierte Graphikgenerierung. Verglichen mit der Generierung von natürlicher Sprache handelt es sich hier innerhalb der KI-Forschung um ein noch weitgehend unbearbeitetes Gebiet. Im Hinblick auf die Entwicklung eines wissensbasierten Systems zur Erzeugung multimodaler Präsentationen waren daher zunächst einmal grundsätzliche Fragestellungen zu klären, z.B. "Wie vermitteln Bilder Information?", "Wie läßt sich Ähnlichkeit zwischen Abbild und Abgebildetem fassen?" oder "Welche Gestaltungsmittel sind für welchen Zweck geeignet?". Darüberhinaus wurde



untersucht, ob sich der aus der Sprachverarbeitung bekannte Kohärenzbegriff auf Bildfolgen und Text- Bildkombinationen übertragen läßt.

Für den Fall von dreidimensionalen Objektabbildungen, wie sie beispielsweise in Lehrbüchern oder Gebrauchsanleitungen für technische Geräte vorkommen, wurde ein Ansatz entwickelt, bei dem Graphikgenerierung als ein sich auf mehreren Ebenen abspielender Prozeß angesehen wird. Die unterste Ebene bilden dabei die von dem Graphikdesigner Bertin eingeführten *visuellen Variablen* wie Position, Farbe, Form usw., mit denen grundsätzlich jedes Bild beschreibbar ist. In der darüberliegenden Ebene finden sich die von uns eingeführten *illustratorischen Variablen* wie etwa Projektionstechnik, Beobachterstandpunkt, Form- und Farbtransformation. Durch Restriktionen hinsichtlich der Kombinierbarkeit der illustratorischen Variablen lassen sich die unterschiedlichen Illustrationstypen (z.B. schematische vs. realitätsnahe Darstellungen) charakterisieren. Zur Beschreibung des Bildinhalts wurde eine semantische Ebene eingeführt. Die Elemente dieser Ebene sind die Repräsentationen der darzustellenden Objekte, Szenen, Handlungen und Ereignisse. Präsentationsziele, die letztlich spezifizieren, zu welchem Zweck eine Abbildung hergestellt und verwendet werden soll, bilden die oberste, die pragmatische Ebene.

Während noch mehrere, mit der oben vorgestellten Hierarchie verbundenen Fragen beantwortet werden müssen, z.B. Fragen hinsichtlich der Repräsentation der Entitäten auf der semantischen Ebene oder Fragen nach der Kombinierbarkeit illustratorischer Variablen hinsichtlich des Präsentationszieles, wurde die Auswahl einer geeigneten Perspektive, aus der ein Objekt gezeigt werden soll, bereits eingehend untersucht. Es wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem



Die meisten der in der Folgezeit veröffentlichten Arbeiten beschäftigen sich mit dem Aspekt der *Analyse* mit TAGs. Joshi sowie McDonald und Pustejovsky sprechen zum ersten Mal in ihren Arbeiten auch die Eignung von TAGs für die *Generierung* an. Auch DeSmedt und Kempen charakterisieren TAGs so, daß sie inkrementelle Generierung zulassen.

Der erste Schritt für TAG-GEN war deshalb, diese Ideen auf ihre Realisierbarkeit in unserer Domäne zu überprüfen. Dabei liegt unser besonderer Schwerpunkt auf der Integrierbarkeit der *Inkrementalität* in diese Verarbeitungsweise. Wir sind zu dem Resultat gekommen, daß TAGs sich für inkrementelle Generierung aufgrund der lokalen Definition von *Adjunktion* besonders gut eignen.

Durch das natürlichsprachliche Beispiel aus Abbildung 1 wird der Einsatz von TAGs bei der Beschreibung linguistischer Phänomene verdeutlicht. Durch initiale Bäume werden einfache Phrasenstrukturen beschrieben (der initiale Baum  $\alpha$  steht für einen einfachen Aussagesatz). Auxiliare Bäume werden eingesetzt um lokale Erweiterungskonstruktionen zu bilden. In der Beispielableitung  $\gamma$  werden die Erweiterungen der NP um Artikel und Adjektiv im initialen Baum  $\alpha$  beschrieben. Wenn die Modifikationen 'die dicke' von 'Schraube' bereits ausgegeben wurden, ist die einzige Möglichkeit für eine weitere Modifikation ein Relativsatz ('die unter dem Deckel liegt').

Die gute Eignung von TAGs für die Beschreibung natürlicher Sprache wird jedoch relativiert durch die gerechtfertigte Kritik, daß sich *Subkategorisierungsinformation* oder die *freie Wortstellung* im Deutschen nur mit kombinatorischer Explosion erkaufen läßt. Deshalb liegt ein Schwerpunkt der Arbeiten in TAG-GEN auf der Betrachtung von Erweiterungen des Formalismus der Tree Adjoining Grammars, die gerade dieser Kritik begegnen.

Derzeitig favorisieren wir *LD/LP-TAGs mit Unifikation*. Der LD/LP-Anteil erlaubt durch die Trennung der Beschreibung von Vater-Sohn-Relationen und der als lokale Restriktion ausgedrückten Reihenfolge der Söhne die einfache Kodierung von freier Wortstellung. Damit wurde die bekannte ID/LP-Idee von GPSG auf TAGs übertragen. Man spricht von LD/LP-TAGs, da hier die Restriktionen nur auf den jeweiligen, elementaren Baum beschränkt sind. Die Erweiterung um Unifikation erlaubt die einfache deklarative Bearbeitung von Subkategorisierungsinformation (man kann sich als Beispiel die Übereinstimmung von Numerus, Genus und Kasus in einer Nominalphrase vorstellen). In diesem Zusammenhang ist im Rahmen einer Diplomarbeit eine *Werkbank* für diesen Formalismus in Entwicklung, die das Arbeiten in diesem Formalismus erleichtern wird.

Im weiteren Verlauf des Projektes wollen wir neue erweiternde Definitionen von TAGs in Reinform erarbeiten, die der Aufgabe der inkrementellen Generierung von natürlicher Sprache noch besser gerecht werden. Die oben erwähnte Werkbank soll zu diesem Zweck *modular* entworfen werden, so daß neue erweiternde Konstrukte leicht zu integrieren sein werden; d. h. nur die Erweiterung muß kodiert werden und kommuniziert dann über eine Schnittstelle mit den vorhandenen übrigen Erweiterungen und der TAG in Reinform.

## Nähere Betrachtungen zu unserem Generierungsbegriff

Um zu einer Intuition für mögliche Erweiterungen des TAG-Formalismus zu kommen, müssen wir genauer spezifizieren, worin die Anwendung dieses Formalismus bestehen soll, d. h. wozu man Inkrementalität bei der Generierung einsetzen möchte, damit man den Begriff formal genauer fassen kann.

Dazu betrachten wir zunächst alle *generellen Strategien* bei der Generierung, um Inkrementalität leichter abgrenzen zu können:



1. Man spricht bereits Dinge aus, bevor man sich genau entschieden hat, wie die Äußerung insgesamt aussehen wird. Diese Strategie verfolgt der Mensch bei der Sprachproduktion.
2. Man wartet bis der gesamte Inhalt einer Äußerung bekannt ist und spricht sie dann aus. Es ist klar, daß Korrekturen dabei nicht notwendig sind.

In bestimmten Situationen (z. B. Leitstand, Reportage vor Ort, Simultanübersetzung, ...) kann man sich eine Strategie wie in Fall 2. nicht vorstellen, da der Punkt, an dem keine Information mehr einläuft, nicht erreicht wird.

Aber auch in Fällen, in denen dieser Zeitpunkt erreicht werden kann, ist klar, daß man mit der Verarbeitung von Teilwissen schon beginnen kann ehe alle Information vorliegt. Dadurch verringert sich die Wartezeit des Hörer, was zu einer kooperativen Dialogsituation zwischen Gesprächspartnern beiträgt. Diese Beobachtung führt zu dem Schluß, daß man auch in nicht zeitkritischen Situationen (z. B. unsere derzeitige Domäne 'Gebrauchsanweisung einer Espressomaschine') eine inkrementelle Strategie wie in Fall 1. anwenden sollte.



WIP

den Satz 'Beim Einfüllen des Wassers muß eine Wert zwischen Min- und Max-Markierung erreicht werden.').

Bei der Betrachtung des Vorgehens eines Menschen bei der Generierung spielt eine wichtige Rolle, daß jede gemachte Äußerung selbst wieder analysiert wird und aufgrund von möglichen Mißverständnissen gegebenenfalls erweitert, modifiziert oder richtiggestellt wird (Revision).

Damit kommt auch in WIP wieder die Analyse von TAGs ins Spiel, wenn man die *Anticipation-Feedback-Loop* betrachtet, in der alle generierten Äußerungen von System selbst wieder verstanden werden sollen. Aus diesem Grund soll in einer Diplomarbeit ein effizienter, *direkter Parser* für LD/LP-TAGs implementiert werden, der dieselben Wissensquellen wie die Generierung benutzt (bidirektionale Grammatik- und Lexikon-Interpretation).

### Anforderungskatalog an die Architektur unseres ersten Prototypen

Neben diesen Überlegungen, die mehr die zu betrachtenden inhaltlichen Aspekte der Aufgabenstellungen der TAG-GEN Gruppe abstecken, wurden vorhandene Ansätze - ohne Beschränkung speziell auf Generierung - untersucht, um zu realistischen Vorgaben für die Architektur der Sprachgenerierungsgruppe zu kommen. Im einzelnen wurden z. B. das POPEL-System [7] oder PENMAN jeweils mit den zugrundeliegenden Formalismen und ihrer Eignung für Generierung betrachtet. Mit beiden Systemen werden ausführliche Tests und Vergleiche vorgenommen.

In POPEL wurde als Architektur eine Kaskade verteilter Systeme gewählt, die bei



erlauben es, sowohl die statischen Objekte als auch die möglichen Aktionen und Prozesse eines Anwendungsbereiches konzeptuell zu beschreiben. Wichtige Inferenzen auf dem so repräsentierten Wissen sind Konsistenz- und Subsumtionstests. Mithilfe dieser Mittel ist es möglich, so diverse Anwendungen wie Konfiguration, Analyse und Generierung natürlicher Sprache, Information Retrieval und Planung zu unterstützen.

Ein wesentlicher Unterschied zu anderen Repräsentationsformalissen stellt die wohl-definierte Semantik der genannten Formalismen dar, die es erlaubt, die Bedeutung verschiedener Sprachkonstrukte formal zu explizieren, Inferenzalgorithmen im Hinblick auf die Semantik bezüglich ihrer Korrektheit und Vollständigkeit zu analysieren, die Komplexitätseigenschaften von Inferenzproblemen zu untersuchen sowie die Integration neuer Funktionalität von Repräsentationssystemen, wie z.B. Revision, formal zu spezifizieren.

Während bis vor kurzem die Meinung vorherrschte, daß man sich auf Formalismen konzentrieren sollte, die polynomiale Inferenzalgorithmen zulassen - oder alternativ, daß man polynomiale unvollständige Algorithmen einsetzen sollte, ist diese Einstellung nach jüngsten eigenen Resultaten fragwürdig geworden. Es konnte gezeigt werden, daß das Inferenzproblem in azyklischen terminologischen Wissensbasen in seiner Komplexität äquivalent zu einem Problem der Automatentheorie ist, von dem die co-NP-Vollständigkeit bekannt ist. Tatsächlich wird in den meisten existierenden Systemen ein Algorithmus eingesetzt der im schlechtesten Fall exponentiell ist. Trotzdem scheint in allen Fällen, die in der Praxis auftauchen, die Inferenzalgorithmen hinreichend effizient zu sein.

Im WINO-Projekt (DFKI, Kaiserslautern) werden die Komplexitätsergebnisse für zyklische Terminologien verallgemeinert. In eigenen weitergehenden Forschungen werden verschiedene Semantiken für zyklische terminologische Wissensbasen auf ihre Plausibilität hin untersucht und deterministische Algorithmen spezifiziert.

Neben diesen theoretisch orientierten Arbeiten, die auch im weiteren in Kooperation mit dem WINO-Projekt durchgeführt werden, wurden erste Arbeiten zur Modellierung des Anwendungsbereiches durchgeführt. Dazu gehört der Aufbau einer Wissensbasis zur Repräsentation der statischen Objekte des Anwendungsbereiches, sowie eine Analyse und Grobmodellierung der im Anwendungsbereich anfallenden Prozesse. Das Ergebnis dieser und weiterer Analysen soll dazu dienen, ein Anforderungsprofil für die Wissensrepräsentations- und -verarbeitungskomponente zu erstellen.

Schließlich wurde die Aufgabe, ein Pool der zur Zeit bekanntesten, nicht-kommerziellen Wissensrepräsentationssysteme (wie LOOM, CLASSIC, BACK, SNePS, usw.) einzurichten, in Angriff genommen.

### **1.3.2. Verknüpfung mit anderen DFKI Projekten**

Die Arbeiten der WINO Gruppe (BMFT Förderkennzeichen ITW 8903 0) sind, wie dargestellt, direkt in die Forschungsaktivitäten der Wissensrepräsentationsgruppe eingeflossen.

### **1.3.3. Veröffentlichungen, Vorträge, Patente, Produkte**

Es gab keine Erfindungen, Schutzrechtsanmeldungen oder erteilte Schutzrechte.

Veranstaltungen:

- [1] Vorstellung des WIP-Projekts in der Wissenschaftssendung OUTPUT (SWF 3 - Fernsehen)
- [2] Präsentation erster WIP-Ergebnisse vor dem Gutachterkomitees des DFKI in KL







WIP

In der Generierungsgruppe hat sich eine gewisse Abweichung vom Zeitplan durch die zeitverzögerte Einstellung der Mitarbeiter ergeben. Derzeit ist noch eine ganze Stelle unbesetzt. Die übrigen Mitarbeiter haben erst Mitte bzw. Ende 89 ihre Arbeit aufgenommen.

Die Arbeit der Wissensrepräsentationsgruppe konnte am 1. Dezember aufgenommen werden. Zur Zeit sind noch zwei Mitarbeiterstellen unbesetzt, die aber zum März 1990 bzw. Mai 1990 besetzt werden. Damit wird dann der Sollstand erreicht werden.

Im einzelnen haben die Arbeit aufgenommen:

- Dipl.-Inform. Elisabeth André am 1. Mai 1989 (Univ. des Saarlandes)
- Dipl.-Inform. Thomas Rist am 1. Mai 1989 (Univ. des Saarlandes)
- Dr. rer. nat. Karin Harbusch am 1. Juli 1989 (Univ. des Saarlandes)
- Dipl.-Inform. Wolfgang Finkler am 1. Dezember 1989 (Univ. des Saarlandes)
- Dr.rer.nat. Bernhard Nebel am 1. Dezember 1989 (IBM Deutschland, Wissenschaftliches Zentrum, Stuttgart)
- Dipl.-Inform. Winfried Graf am 1. Januar 1990 (FhG, Medizintechnik, St. Ingbert)
- Dipl.-Inform. Hans-Jürgen Profitlich tritt zum 1. März seine Stelle an (Univ. des Saarlandes)
- Dipl.-Inform. Jochen Heinsohn tritt zum 1. Mai seine Stelle an (Philips Forschungslabor, Hamburg)

Der Projektbeginn des Teilprojektes 'Präsentationsplanung' verzögerte sich um einen Monat, da sowohl der Zulaufplan der Mitarbeiter nicht eingehalten werden konnte als auch Hard- und Softwareausstattung nicht rechtzeitig zur Verfügung standen.

Eine gewisse Abweichung vom Zeitplan hat sich durch die zeitverzögerte Einstellung der Mitarbeiter ergeben. In der TAG-GEN Gruppe ist derzeit noch eine ganze Stelle unbesetzt, die übrigen Mitarbeiter haben erst Mitte bzw. Ende 89 ihre Arbeit aufgenommen.



## **2. Von Gesellschaftern am DFKI durchgeführte Projekte**

### **2.1. Projekt KIK**

Das KIK-Projekt ist das erste Kooperationsprojekt zwischen einem DFKI-Gesellschafter - der Siemens AG - und dem DFKI. KIK steht für Künstliche Intelligenz & Kommunikationstechnologie. Startpunkt für das Projekt war der 1. Juli 1989, geplant ist eine 39-monatige Laufzeit bis zum 1. Oktober 1992. Für dieses Kooperationsprojekt stellt Siemens neben eigenen Mitarbeitern Finanzierungsmittel für DFKI Mitarbeiter und deren Hardware-Ausstattung zur Verfügung.

Das Projekt steht unter dem Leitthema 'Professionelle Dienste in intelligenten Netzen'. Insbesondere zielt KIK ab auf die Integration von KI- und Kommunikationstechnologie, um durch deren synergetisches Zusammenwirken die Basis für Anwendungssysteme mit völlig neuen Leistungsmerkmalen zu schaffen.

Neben Systemen, die einen intelligenten Zugang zu Hochleistungsnetzen bzw. zu den darauf existierenden oder neu zu entwickelnden Netzdiensten gewährleisten, werden Grundlagen für das Arbeiten in einem distribuierten Mensch-Maschine Szenario entwickelt.

Das KIK-Projekt startete mit einer völlig neuen Zusammensetzung von Mitarbeitern, die auf die DFKI Standorte Kaiserslautern und Saarbrücken verteilt sind. Entsprechend den Projektzielen sind sowohl Mitarbeiter aus dem Bereich der KI als auch aus dem Bereich der Kommunikationstechnik in KIK tätig.

Die Kooperation mit dem DFKI wird erreicht durch die Definition von Teilprojekten, in die einerseits Ergebnisse der laufenden und noch geplanten DFKI-Projekte einfließen können und die andererseits industriegeprägte Impulse für die DFKI-Projekte liefern.

Die folgenden Problembereiche sind gegenwärtig Arbeitsschwerpunkte des KIK-Projekts:

- **TEAMKOM: Teamorientierte Kommunikationsinfrastruktur**  
Ziel von TEAMKOM ist die Entwicklung einer verteilten, aus Anwendungssicht einheitlichen Umgebung, die durch heterogene breitbandige Kommunikationssysteme getragen wird und die Basis für computerunterstütztes kooperatives Arbeiten darstellt. Durch diese Umgebung wird innerhalb eines kooperierenden Teams die Realisierung einer für die einzelnen Teammitglieder einfachen, problemlosen Kommunikation ermöglicht.
- **TEAMWARE: Problemlösen im distribuierten Mensch-Maschine Team**  
In TEAMWARE werden Methoden zur Unterstützung der Kooperation in einem räumlich, zeitlich und kompetenzmäßig distribuierten Team aus Menschen und (teil-) autonomen maschinellen Agenten entwickelt.

TEAMKOM und TEAMWARE sind aufeinander aufbauende Teilprojekte, durch deren Integration ein komplexer Demonstrator für kooperatives Arbeiten entsteht.



### **2.1.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse**

Die moderne Kommunikationstechnologie gibt die Voraussetzung zur Realisierung einer computerunterstützten Teamarbeit. Bereits in naher Zukunft werden vernetzte Computersysteme mit hohem Verbreitungsgrad und höherem Leistungsspektrum vorhanden sein. Es stellt sich die Frage, welche innovativen Anwendungsmöglichkeiten diese neue Netztechnologie eröffnen wird. Vor allem im Bereich der verteilten Bearbeitung von Aufgaben sind neue Formen der Kooperation denkbar, die die heutigen technischen Möglichkeiten weit überschreiten werden. Ziel dieses Projektes ist es, unter Einbeziehung von KI-Technologien Systeme zu entwickeln, die die Lösung komplexer Aufgaben im distribuierten Mensch-Maschine Team unterstützen. Die bisher in den beiden Teilprojekten geleistete Arbeit wird jetzt im einzelnen erläutert.

#### **2.1.1.1. Teilprojekt TEAMKOM**

In zukünftigen Kommunikationsnetzen wird das Spektrum an Netzdiensten und die damit einhergehenden Anforderungen an Endgeräte und deren Einsatzbereiche qualitativ und quantitativ stark anwachsen. Ohne intelligente Zugangssysteme zu solchen Hochleistungsnetzen und deren Integration in den Arbeitsablauf sowie neuartige Dienste zur Unterstützung netzbasierter, komplexer Arbeitsformen ist die breite Akzeptanz dieser Netztechnologie nicht zu erreichen; ihr Nutzen wird deshalb nicht optimal zur Wirkung kommen.

Die Komplexität der modernen Kommunikationstechnologie und die zu erwartende hohe Innovationsrate bei Kommunikationsnetzen, Endgeräten und Diensten erfordert allerdings immer mehr Wissen und Können und macht eine ständige Anpassung hinsichtlich Hard- und Software notwendig. Damit verbunden sind z.B. Probleme wie transparenter Zugang zum Netz und intelligente Dienstausswahl.

Aus diesem Grund konzentrierten sich die ersten Gedanken der TEAMKOM Gruppe auf die Entwicklung eines aktiven Hilfesystems, das dem Benutzer eines Kommunikationssystems eine seinen Anforderungen angepaßte Beratung bei der Inanspruchnahme von Netzdiensten unter Berücksichtigung der kommunikationsrelevanten Hardware- und Softwareausstattung zur Verfügung stellen sollte. Unter dem Arbeitstitel NESCCO (Network Service and Communication Consultant) wurden diese Anforderungen untersucht und in einer KIK Projektbeschreibung, Version 1.0, dokumentiert.

Mit fortschreitender Projektdauer wurde der Anwendungsbereich für den intelligenten Netzzugang auf verteilte Applikationen erweitert. Hieraus wird die engere Verknüpfung der Teilprojekte TEAMKOM und TEAMWARE sichtbar.

Die für die beiden Anwendungsbereiche relevanten Schwerpunktgebiete wie 'Intelligentes Netzwerkmanagement' und 'Hochleistungsnetze (FDDI, DQDB, B-ISDN)' werden auch weiterhin entsprechend ihrem aktuellen Entwicklungsstand in der erweiterten Zielsetzung mitberücksichtigt.

Die Untersuchungen in TEAMKOM konzentrieren sich hauptsächlich auf die kommunikationstechnischen Anforderungen an Computersystemen, die verteiltes kooperatives Arbeiten unterstützen.

CSCW-Systeme (Computer Supported Cooperative Work) benötigen als Basis eine ausgereifte Kommunikationsinfrastruktur. Deshalb ist für diese Systeme nicht nur das Problemlösen der gemeinsamen Aufgabe auf einer hohen (logischen) Ebene von Bedeutung, sondern in gleichem



Maße eine reibungslose Durchführung der Kommunikation zwischen den kooperierenden Agenten. Dabei ist für die jetzige Forschung auf dem Gebiet von CSCW von Vorteil, daß sich die Architektur und Funktionalität der Kommunikationsnetze in letzter Zeit erheblich verbessert haben.

Das zweite Schwerpunktthema wurde die Multimedia-Technologie, denn angesichts der rasanten Entwicklung in der Kommunikationstechnik und dem zunehmenden Angebot an qualitativ hochwertigen Diensten kann man davon ausgehen, daß zukünftige Systeme zur Unterstützung kooperativer Arbeit auf der Basis von Breitbandapplikationen in eine Multimedia-Umgebung eingebettet sind.

Einen ersten Schritt in die multimediale Zukunft - wenn auch noch sehr eingeschränkt - stellt ISDN dar, das Sprach- und Datenübertragung in einem Netz integriert. Mehrere Dienste (Teletex, Telefax, ...), nutzbar durch Einzel- und Mehrdienst-Endgeräte sowie multifunktionale Endgeräte, stehen gleichzeitig zur Verfügung.

Dieses Dienstangebot wird in Zukunft noch erweitert werden. Grundlage hierfür bilden

- die Liberalisierung im Telekombereich der DBP, die Freiräume schafft; hier wurde schon von privaten Netzbetreibern der Markt der Value Added Network Services (VANS) erschlossen,
- die Einführung intelligenter Netze (IN), deren Zielsetzung u.a. in der einfachen und flexiblen Integration neuer Netzdienste besteht,
- die Möglichkeit, daß auch private Anbieter eigene Dienste in das IN einbringen (Customer Programmability, kurz CUSP),

Mit der Weiterentwicklung von ISDN zu Breitband-ISDN (B-ISDN) wird die Basis für bandbreiteintensive Dienste wie z.B. Videokonferenz geschaffen.

Bei den neu entwickelten breitbandigen Hochgeschwindigkeitsnetzen wie B-ISDN (ATM), FDDI, DQDB ist für kooperatives Arbeiten nicht nur die extreme Steigerung der Quantität des Informationsaustausches von Bedeutung, sondern auch die dadurch realisierbare Qualitätsverbesserung von Multimedia-Diensten.

### **2.1.1.2. Teilprojekt TEAMWARE**

Die Arbeit im Teilprojekt TEAMWARE konzentrierte sich während des Berichtszeitraumes auf vier Teilaufgaben.

#### **Untersuchung existierender Systeme**

Neuere Entwicklungen haben zur Entstehung des Gebietes der CSCW beigetragen. CSCW ist gekennzeichnet durch die kooperative Lösung komplexer Aufgaben durch mehrere, räumlich und/oder zeitlich voneinander getrennt arbeitende Personen bzw. Organisationseinheiten (z.B. Firmenabteilungen). Die Mitarbeiter bearbeiten jeweils Teilbereiche einer Gesamtaufgabe, wobei sich die Teilbereiche überlappen können.

Im Zusammenhang mit CSCW werden in den letzten Jahren unter der Bezeichnung "groupware" zunehmend Systeme entwickelt, welche in erster Linie die Durchführung von Arbeitsvorgängen unterstützen, die sich durch die folgenden Eigenschaften auszeichnen:



- Der Arbeitsablauf ist wesentlich durch die organisatorische Struktur geprägt, in welcher die beteiligten Personen fest eingebettet sind.
- Die Durchführung der Aufgabe besitzt wenig Freiheitsgrade. Der Arbeitsablauf ist zumeist a priori und statisch vorgegeben.
- Die Kompetenz der am Arbeitsablauf beteiligten Personen ist klar definiert.

Solche Systeme werden hauptsächlich im Bürobereich eingesetzt. Ein System dieser Kategorie ist z.B. Coordinator von T. Winograd, ein kommerzielles Aktions-Koordinationssystem, das den Informationsaustausch zwischen Personen einer Arbeitsgruppe organisiert, die per LAN vernetzt sind. Ein weiteres kommerzielles System, das ebenfalls der Kommunikation in einer Arbeitsgruppe dient, ist Office Works. Es wurde entwickelt, um die alltäglichen Bürotätigkeiten zu automatisieren. Es ermöglicht z.B. eine effiziente Terminplanung und Handhabung von Nachrichten. ForComment stellt ein Softwarepaket dar, das bei der gemeinsamen Erstellung von Dokumenten bis zu 16 Mitarbeiter in einer LAN-Umgebung unterstützt. Neuere Kooperationsprachen wie MACE, HEARSAY und ACTORS zeigen den Entwicklungstrend für verteilte Systeme.

## Spezifikation der Anforderungen

TEAMWARE stellt eine neuartige Form von Software auf dem Gebiet der CSCW dar. Für diese Entwicklung von CSCW-Systemen mit hoher Funktionalität und neuen Anwendungsszenarien ist die in diesem Projekt angestrebte synergetische Kombination von KI- und Kommunikationstechniken eine wesentliche Voraussetzung.

Wenn man versucht, die heutigen CSCW-Anwendungsszenarien so zu erweitern, daß eine größere Klasse von Aufgabentypen abgedeckt wird, dann müssen folgende Eigenschaften berücksichtigt werden:

Neben menschlichen Bearbeitern sind an der Lösung der Aufgabenstellung auch (teil-) autonom agierende maschinelle Subsysteme (maschinelle Agenten) beteiligt. Hierunter versteht man Entitäten, welche Aktionen und Interaktionen mit anderen Agenten auf der Basis des Weltzustandes, des eigenen Wissens und der eigenen Ziele durchführen.

Zwischen den am Arbeitsablauf beteiligten Personen und maschinellen Agenten

- müssen große Mengen verschiedenartiger Informationen (Texte, Bilder, Sprache, Animationen) extrem schnell transportiert werden oder simultan verfügbar sein,
- muß ein möglichst hohes Kommunikationsniveau realisiert werden.

Nicht ausschließlich die organisatorisch vorgegebene Struktur, sondern auch die Art und Struktur der kooperativ durchzuführenden Aufgabe kann den geeigneten Arbeitsablauf definieren.

Bezüglich der räumlichen und zeitlichen Distributionsmöglichkeiten werden hier keine nennenswerten Einschränkungen gemacht, d.h.

- Die Bearbeiter der Aufgabenstellung können räumlich sehr weit und heterogen distribuiert sein (z.B. über Kontinente hinweg).
- Die tatsächliche Arbeitszeit der Bearbeiter muß nicht völlig überlappend sein und kann auch völlig disjunkt sein. Die zeitliche Distribution kann sich zwangsläufig schon aus



einer weiten, räumlichen Distribution ergeben, wenn z.B. die Entfernungen so groß sind, daß die Bearbeiter in unterschiedlichen Zeitzonen leben.

Die Kompetenz der beteiligten Personen/Maschinen bezüglich bestimmter Teilaufgaben

- ist nicht von Anfang an eindeutig gegeben und kann in Teilbereichen konkurrierend sein; es können im Arbeitsablauf, d.h. in der Planung und der Durchführung von Aufgaben, Konflikte auftreten.
- entwickelt sich möglicherweise erst im Arbeitsablauf unter Ausnutzung von Freiräumen.

Der Ausfall kompetenter Personen oder spezialisierter Maschinen muß verkraftet werden können. Systeme mit einer solchen Spezifik stellen hohe Anforderungen sowohl an die Kommunikations- als auch an die KI-Technologie.

Im Bereich der Kommunikationstechnologie erfordert die Realisierung räumlich getrennter, aber inhaltlich (sachlich) kooperierender Arbeitsplätze ein intelligentes, breitbandiges Netz, d.h. eine leistungsfähige Kommunikationsinfrastruktur. Insbesondere beinhaltet dies:

- hohe Übertragungsgeschwindigkeit und hohe effektive Übertragungsraten
- multimediale Kommunikations- und Datenübertragungsmöglichkeiten zwischen den Mitarbeitern
- die Funktionalität des Netzes muß der kooperativen Aufgabenstellung gerecht werden
- Unterstützung von Team-Netzwerken mit speziellen Konfigurationseigenschaften
- Aufbau von Kommunikationsverbindungen
- Auswahl und Handhabung von Diensten.

Dabei sind natürlich Verbindungen zu Großrechnern, Anbindung an öffentliche Netze, lokale Vernetzung (LAN) zum Resource-Sharing und zur Förderung der unmittelbaren Kooperation mit einzubeziehen.

Auf der Seite der KI sind Systeme zu entwickeln, die die Koordination eines verteilten Arbeitsprozesses übernehmen.

Hierzu gehören die Planung der Arbeitsaufteilung und die Steuerung des Arbeitsablaufs. Im einzelnen beinhalten die für ein solches Softwaresystem nötigen KI-Komponenten:

- distribuiertes Problemlösen (verteilttes Wissen und Gruppenwissen, Distributionsalgorithmen)
- Planungssysteme (Planerkennung und Planausführung)
- Interaktion und Kommunikation zwischen zielgerichteten, kooperierenden, (teil-) autonomen Agenten (multimedial, multimodal, natürlichsprachlich)

### Bestimmung der allgemeinen Architektur

Diese Überlegungen haben zu einer verallgemeinerten Architektur von einem Agenten geführt, die im Projekt realisiert wird. Agenten, die in einem distribuierten System teilnehmen, müssen über zwei grundsätzliche Fähigkeiten verfügen:

- individuelle Aufgabenfähigkeit, um Teilaufgaben des Anwendungsbereiches auszuführen. Die Komplexität dieser Funktionalität kann zwischen Agenten äußerst unterschiedlich sein: von sehr einfach, wie z.B. in einem Sensor, über kompliziertere Schlußfolgerungsmethoden eines Expertensystems bis hin zu der hochkomplizierten Denkweise eines Menschen.



- Kooperationsfähigkeit, um mit den anderen Teilnehmern des Systems zu kommunizieren und zu kooperieren, wobei drei Ebenen zu unterscheiden sind:
  - Einbindung des Agenten in das Netz
  - Kommunikationsfähigkeit des Agenten über ein intelligentes Zugriffssystem auf die mit einem Netz verbundenen Agenten
  - Kooperationsfähigkeit des Agenten, wobei das nötige Wissen, um mit anderen Agenten diskutieren und kooperieren zu können, vorhanden sein muß, insbesondere:
    - was der Agent selbst leisten kann und seine Rolle in der Zusammenarbeit
    - was die anderen Agenten leisten können und ihre Rollen in der Zusammenarbeit
    - mögliche Kooperationsstrategien
    - derzeitige Aufgabe und Kooperationsstruktur.

## Konkretisierung von Anwendungen

Neben der grundlegenden Forschung soll ein Prototyp eines TEAMWARE-Systems entwickelt werden. An dieser Stelle werden stichpunktartig einige mögliche Anwendungsszenarien für solche TEAMWARE-Systeme aufgezählt:

- kooperatives Projektmanagement
- kooperative Problemdefinition
- kooperative Entscheidungsfindung / Konfliktauflösung
- kooperative Konferenzdurchführung (z.B. Tele-Video-Konferenzen)
- kooperative Verarbeitung von Administrations-Dateien (z.B. in der Personalverwaltung großer Institutionen)
- kooperativer Aufbau, Modifikation und Erweiterung von Wissensbasen
- kooperatives Schreiben (z.B. Dokumenterstellung im Team)
- kooperative, soziale, informale Interaktion (z.B. zur Steigerung des Zusammenhalts in der Gruppe und der Produktivität seiner Individuen)
- kooperatives Forschungsprojekt (z.B. Verbundforschung)
- Produktplanung im Team
- Projektplanung im Team
- Software-Engineering im Team
- Reiseplanung in der Gruppe
- Erstellen von Zeitschriften
- Layout-Planung einer Zeitschrift
- Tele-Redaktionssitzung über Konferenzschaltung

Aus dieser Vielzahl wurden zwei Beispielszenarien detaillierter untersucht.

Das erste Beispiel ist im Bereich des Projektmanagements angesiedelt. Hierbei geht es um die Koordination von Verwaltungsaufgaben der Professoren eines universitären Fachbereichs und um Hilfesysteme für die Ausarbeitung von Vorlesungsverzeichnissen. In diesem Beispiel sind als kooperierende Agenten zu betrachten: der Abteilungsleiter des Fachbereichs, die Professoren des Fachbereichs, die Universitätsadministration und ein Scheduling-Expertensystem. Der Leiter beauftragt die Professoren, ihre Wünsche bei ihm oder dem Scheduler einzureichen. Der Scheduler produziert mit Hilfe des Leiters ein vorläufiges Verzeichnis. Anschließend wird dieses vorläufige Verzeichnis von den Professoren, dem Leiter und dem Scheduler überarbeitet. Der Scheduler erstellt die endgültige Fassung des Verzeichnisses und liefert es bei der Universitätsadministration ab. Diese teilt den Professoren letztendlich die weiteren Informationen mit.

Das zweite Beispiel entstammt dem Bereich der gemeinsamen Erstellung von linguistischen Wissensbasen und wird sowohl als Untersuchungsszenario als auch als Zielanwendung



dienen. Hier geht es um die Koordination zwischen den Systemen, die eine linguistische Wissensbasis verwalten, und den Mitarbeitern, die das Wissen in die Wissensbasis eintragen. Dieses Szenario wurde in einem Forschungsbericht detaillierter beschrieben und wird auf der GLDV '90 in Siegen präsentiert.

### **2.1.2. Verknüpfung mit anderen DFKI Projekten**

Es wurden verschiedene Kontakte zu anderen DFKI Projekten hergestellt. Insbesondere wurden Gespräche zwischen den KIK Mitarbeitern und Mitarbeitern der Projekte WINO, DISCO und WIP geführt.

Die Ergebnisse des WINO Projektes, in dem Wissensrepräsentations- und Inferenzmechanismen für autonom kooperierende Agenten untersucht werden, sind insbesondere für die TEAMWARE Gruppe von Bedeutung, können aber auch bis auf TEAMKOM-Ebene durchgreifen.

Im DISCO Projekt bieten sich mögliche Anwendungsbeispiele für den letztendlich im KIK Projekt zu entwickelnden Demonstrator an.

In diesem Zusammenhang ist auch ein interner Vortrag von Prof. Wahlster zu sehen, in dem er seine Vorschläge zu einem potentiellen Anwendungsszenario im Bereich von TEAMWARE, nämlich die Unterstützung kooperativer Arbeit bei der Erstellung linguistischer Wissensbasen, erläuterte.

Aufgrund des geplanten Einsatzes der Multimedia-Technologie und der damit verbundenen multimedialen Informationsdarstellung sind Querverbindungen zum WIP Projekt gegeben.

Aber auch umgekehrt können die genannten Projekte von den in KIK erbrachten Resultaten intellektuell stimuliert werden. Darüber hinaus sind vor allem auch kommunikationstechnische Verbesserungen der DFKI-Infrastruktur durch die KIK-Ergebnisse zu erwarten.

### **2.1.3. Weitere wissenschaftliche Kontakte**

Im Rahmen von Esprit II wurden von der TEAMKOM Gruppe u.a. Kontakte zu den nachfolgend genannten Institutionen aufgenommen und gemeinsame Projektanträge ausgearbeitet.

Durch die Kontakte mit dem Europäischen Netzwerkzentrum IBM, Heidelberg, und der Universität Lancaster, Großbritannien, konnten auf den Gebieten 'offene, heterogene Netze' und 'verteilte Systeme' neue Erkenntnisse und Anregungen für die KIK Projektarbeit gewonnen werden. Die Gespräche mit Mitarbeitern von PTT Research, Groningen, Niederlande, vermittelten vertiefte Eindrücke in die Verarbeitung von OSI-Diensten und deren Standardisierung. Aus der thematischen Sicht Multimedia-Technologie waren die Treffen mit Wissenschaftlern von Bull S.A., Paris, Frankreich, und CCETT, Rennes, Frankreich, hilfreich und nützlich.

Die TEAMWARE Mitarbeiter haben Kontakte zu Prof. Clark und seiner Gruppe am Imperial College aufgenommen. Durch ihre Arbeit mit Parallelen Prologsystemen hat diese Forschungsgruppe Methoden entwickelt, die zu einer Basisstruktur für die Kommunikation zwischen Agenten führen kann. Zusammen mit anderen Partnern wurde ein gemeinsamer Projektantrag für Esprit II zum Thema Multi-Agenten Systeme ausgearbeitet. Ferner wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Bull u.a. ein Esprit-Projektantrag im Gebiet IT Support for Distributed Cooperative Work erstellt.



KIK

Aufgrund der gemachten positiven Erfahrungen wird von den KIK Mitarbeitern eine Vertiefung der neu aufgebauten Kontakte angestrebt.

#### 2.1.4. Veröffentlichungen, Vorträge, Patente, Produkte

Es gab keine Erfindungen, Schutzrechtsanmeldungen oder erteilte Schutzrechte.

Vorträge:

- [1] J. Schweitzer. Aspekte der Künstlichen Intelligenz in der Telekommunikation. AEGEE Kongress - Telecommunicating For Europe. Saarbrücken. Mai 1989.

Veranstaltungen:

- [2] J. Schweitzer. Kommunikationsprotokolle in öffentlichen und lokalen Netzen. Vorlesung WS 1989/90. Fachhochschule des Saarlandes.

Veröffentlichungen:

- [3] C. Dietel, H. Haugeneder, A. Lux, W. Reinhard, D. Scheidhauer, A. Scheller, T. Schmidt, J. Schweitzer



KIK

Dr. Donald Steiner stieß zum 1. Oktober als neuer Mitarbeiter von Siemens, ZFE IS INF 2, zur KIK Mannschaft. Sein Schwerpunkt liegt auf dem Arbeitsgebiet Distribuierte Künstliche Intelligenz. Dr. Steiner war vorher bei der Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC), Austin, Texas beschäftigt und ist für die KIK Gruppe in Kaiserslautern zuständig.

Von DFKI Seite wurde in Saarbrücken zum 1. August Dipl.-Inform. Andreas Lux (vormals Mitarbeiter des DFKI-Gesellschafters Insiders Gesellschaft für angewandte KI mbH) mit dem Arbeitsgebieten Schwerpunkt Expertensysteme eingestellt.

Zwei weitere DFKI Mitarbeiter werden im 2. Quartal 1990 für das Projekt eingestellt.



## 2.2. Projekt OOSE

Das Projekt Objekt-Orientierte Softwareentwicklung (OOSE) zielt auf den Einsatz von objekt-orientierten Techniken innerhalb der Künstlichen Intelligenz. Das Projekt wird von SIEMENS gefördert (ZFE IS SOF) und hat eine Laufzeit vom 1.12.1989 bis 30.9.1990.

Objektorientiertheit ist in den letzten vier Jahren zu einem der am häufigsten gebrauchten Begriffe in der Informatik geworden. Die Gründe für diese Popularität sind vielfältig; u.a. rühren sie von technischen Argumenten her, die objektorientierter Softwareentwicklung in bestimmten Bereichen Vorteile gegenüber anderen Paradigmen zuschreiben. Zu diesen gehören:

- Unterstützung von Softwarewiederverwendung: Klassen, die in einem Entwicklungskontext erstellt wurden, lassen sich häufig einfach in einem anderen Kontext wiederverwenden. Mehrere objektorientierte Entwicklungsumgebungen verfügen darüber hinaus über eine umfangreiche Bibliothek, die mit dem System geliefert wird.
- Unterstützung von Veränderbarkeit: Ein implementiertes objektorientiertes System kann punktuell verändert werden, indem z.B. die Definition von Klassenoperationen ausgetauscht wird. Klassenkonzept und Einkapselungsmechanismen verhindern, daß sich diese Veränderungen auf das Gesamtprogramm in einer Form auswirken, daß ein vollständiges Recompilieren erfolgen muß. Die Auswirkungen auf die Produktwartung werden als sehr vielversprechend angesehen.
- Unterstützung von Erweiterbarkeit: Das Hinzufügen von weiteren Programmstücken (z.B. um neue Anforderungen an die Funktionalität zu erfüllen), kann unter gewissen Umständen einfach sein. Da objektorientierte Sprachen die Möglichkeit zur dynamischen Bindung anbieten, führt das Hinzufügen von neuen Methoden, die unter einem existierenden Messagenamen angesprochen werden, nur zu geringen Veränderungen im existierenden System.

Neben diesen mehr technischen Aspekten wird aber auch der Einfluß von objekt-orientiertem Denken in der Analyse- und Designphase hervorgehoben. Dem liegt die Erfahrung zugrunde, daß zu modellierende Aspekte der realen Welt häufig direkt auf eine Menge von Objekten, die bestimmte Dienstleistungen erbringen, abgebildet werden können.

Objektorientierte Sprachen sind im Umfeld und in Konkurrenz zu KI Forschungen entstanden. Wissensrepräsentationssprachen wie KL-ONE weisen viele Parallelen zu Sprachen der Smalltalk-80 Familie auf, wenn auch unterschiedliche Schwerpunkte vorliegen. Es liegt daher nahe, die Ergebnisse neuerer Forschungen, z.B. auf dem Gebiet der Typensysteme für objektorientierte Sprachen oder im Bereich der objektorientierten Entwicklungsmethodik, in solche DFKI Projekte einzubringen, die mit Wissensrepräsentation direkt oder indirekt arbeiten. Im Rahmen des OOSE Projektes sollen dazu die ersten Voraussetzungen geschaffen werden.

### 2.2.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse

Das Projekt hat am 1.12.1989 begonnen. Die derzeitigen Arbeiten zielen darauf hin, die Voraussetzungen und Möglichkeiten für die Anwendung von objektorientierten Techniken darzustellen. Die Ergebnisse werden in einer Studie Mitte des Jahres 1990 vorgelegt werden.



### **2.2.2. Verknüpfung mit anderen DFKI Projekten**

Zu allen Projekten, die Wissensrepräsentationssprachen benutzen oder entwickeln (ARC-TEC, WIP, WINO), besteht eine sachliche Verknüpfung. Diese soll durch Kontakte auf Mitarbeiterenebene realisiert werden.

### **2.2.3. Personalia**

Seit 1.12.1989 ist Dr.rer.nat. Walter Olthoff verantwortlich für das OOSE Projekt.



### **3. In Zusammenarbeit mit externen Partnern durchgeführte Projekte**

#### **3.1. Projekt ESY**

Die Planung und Entwicklung des Expertensystems ESY (Ergebniswahl-SYstem) ist Teil des Projektes RESY (Rechnergestütztes Entscheidungshilfe-SYstem / REaltime-SYstem), das in Zusammenarbeit mit dem Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK) und dem Dr. Trippe



### 3.2. Projekt SIW

Das Institut für Flugführung der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) in Braunschweig plant gegenwärtig das Versuchsprojekt SIW (Softwaresystem zur Interaktiven Wissenverwaltung). Darin soll die Frage untersucht werden, inwieweit fachliches Wissen aus Teilgebieten der Flugführung effizient rechnergestützt verwaltet werden kann. Insbesondere sind beim Aufbau einer entsprechenden Wissensbank unterschiedliche Darstellungsformen, wie etwa allgemeiner Text, mathematische Formeln oder Bilder, zu berücksichtigen.

In der Definitionsphase wurde das Vorprojekt PRO-SIW als umfassende Marktanalyse im Hinblick auf geeignete Softwaresysteme zum 1.11.1989 initiiert. Außerdem sollten hilfreiche Zusatzsoftware und nützliche Peripheriegeräte für die Wissens eingabe und -ausgabe sowie



### **3.2.3. Veröffentlichungen, Vorträge, Patente, Produkte**

Es gab keine Erfindungen, Schutzrechtsanmeldungen oder erteilte Schutzrechte

Eine Beschreibung von HYPERBIS wurde in Form eines DFKI-Documents von M.Malburg und R.Bleisinger veröffentlicht: "HYPERBIS: ein betriebliches Hypermedia-Informationssystem".

In einer Präsentation am 19.12.89 wurden in umfassender Form die am Markt erhältlichen Softwaresysteme vorgestellt und bewertet. Mögliche Gesamtlösungen hinsichtlich zusätzlicher Komponentenentwicklungen und nützlicher Peripherieausstattung wurden nur am Rande erläutert.

Eine abschließende schriftliche Ausarbeitung der durchgeführten Studie mit dem Titel "Softwaresysteme zur interaktiven Wissensverwaltung" wurde von R. Bleisinger, A.Dengel und F.Hönes verfaßt.

### **3.2.4. Personalialia**

Das Projekt PRO-SIW startete im November 1989 mit den Mitarbeitern Dipl.-Inform. Rainer Bleisinger und Dr.rer.nat. Andreas Dengel. Ab Dezember verstärkten Dipl.-Inform. Frank Hönes und cand.-inform. Michael Malburg die Arbeitsgruppe.



## 4. Ausblick auf weitere Projekte

### 4.1. Projekt ALV

Das Projekt "Automatisches Lesen und Verstehen" (ALV) befaßt sich mit dem hochaktuellen Themenkomplex der technischen Unterstützung des Menschen bei der Informationsbe- und -verarbeitung im Bürobereich. Der Bedarf von intelligenten Hilfsmitteln ist aufgrund der Komplexität der Aufgaben in Verbindung mit der Handhabung von Papier- und elektronischen Dokumenten unabdingbar. Dazu sollen in ALV Verfahrenskonzepte zur Beschreibung und Erkennung von komplexen Dokumentvorlagen, sowie deren symbolischen Repräsentation entwickelt werden. Die Beschreibung und Erkennung der Dokumente beziehen sich sowohl auf strukturelle als auch auf die wesentlichen inhaltlichen Zusammenhänge.

Unter Einbeziehung verschiedener Wissensquellen (Alltagswissen, Erwartungen über den Inhalt des Textes, Wissen über die Aufteilung des Textes auf einer Seite, Wissen über Syntax und Semantik, ...) sollen die wichtigsten Bedeutungsinhalte komplexer Dokumente automatisch erkannt und elektronisch repräsentiert werden. Eine symbolische Darstellung soll die Ergebnisse des Interpretationsprozesses in adäquater Weise repräsentieren und somit eine anwendungsorientierte Weiterverarbeitung erlauben.

#### 4.1.1. Technisch-Wissenschaftliche Ergebnisse

In ALV sollen drei grundlegende Fragestellungen erarbeitet werden:

- In welchem Umfang können Erkenntnisse aus der Untersuchung der menschlichen Lesetechnik bei der bisher immer noch eingeschränkten Erkennungsgenauigkeit von textueller Information in Schriftgut genutzt werden?
- Inwieweit kann man bereits ermitteltes Strukturwissen über ein Dokumentlayout für eine (partielle) Inhaltsanalyse wirkungsvoll einsetzen?
- Welche Methoden und Prinzipien können zur semantischen Analyse von textueller Information verwendet werden, sodaß der Bedeutungsinhalt des Dokumentes im wesentlichen konzeptuell erfaßt werden kann?

Diese Ideen wurden dem Wissenschaftlichen Beirat des DFKI auf seiner Sitzung am 13. Oktober 1989 vorgestellt. Aufgrund dessen hat der Beirat für das Projekt ALV zunächst eine Definitionsphase empfohlen, in der ein überarbeiteter Projektantrag erstellt werden soll. Die Definitionsphase hat am 1. Dezember 1989 begonnen.

#### 4.1.2. Veröffentlichungen, Vorträge, Patente, Produkte

Es gab keine Erfindungen, Schutzrechtsanmeldungen oder erteilte Schutzrechte

Die im Geschäftsjahr 1989 publizierten Beiträge der Projektgruppe ALV beziehen sich teilweise auf Arbeiten, die vor dem Eintritt der Mitarbeiter ins DFKI ausgeführt wurden. Die Arbeiten sind teilweise allgemein sowie fachbezogen auf die Gebiete Mustererkennung, Bildverarbeitung, Wissensrepräsentation und -akquisition und Temporale Logik.

Veröffentlichungen:

- [1] G. Barth und A. Dengel, *Artificial Intelligence*, Manuskript zur Seminarreihe, Kapstadt - Johannesburg - Pretoria, Südafrika, Juli 1989, 121 Seiten.



- [2] R. Bleisinger, S. Flohr und K. Faidt, *Zeitliches Schließen*. Beitrag zum WISDOM-Buch Springer Verlag

- [3] A. Dengel, *Automatische Visuelle Klassifikation von Dokumenten*, Ph.D. Dissertation, Fakultät Informatik, Universität Stuttgart, Februar 1989, 230 Seiten.
- [4] A. Dengel, *A Cut-based Procedure for Document-Layout Modelling and Automatic Document Analysis*, Proceedings of the SPIE/ IEEE - Applications of Artificial Intelligence VII, Orlando, FL, März 1989, S. 1126-1133.
- [5] A. Dengel, *Automatic Visual Classification of Printed Documents*, Proceedings of the MIV-89 (Internl. Workshop on Industrial Applications of Machine Intelligence & Vision), Tokyo, Japan, April 1989, S. 276-281.
- [6] A. Dengel und G. Barth, *ANASTASIL: Hybrid Knowledge-based System for Document Image Analysis*, Proceedings der IJCAI'89, Vol. 2, Detroit, MI, Aug. 1989, S. 1249-1254.
- [7] A. Dengel und E. Schweizer, *Rotationswinkelbestimmung in abgetasteten Dokumentbildern*, in: H. Burckard, H. Höhne, B. Neumann (Hrsg.) *Mustererkennung 1989 - Proceedings 11. DAGM-Symposium*, Hamburg Okt. 1989, Springer Verlag, Infor-matik Fachbericht 219, S. 274-278.
- [8] A. Dengel, *DFKI - Möglichkeiten und Chancen*, UNI-Spectrum 6, 1989, Universität Kaiserslautern, Okt. 1989, S. 5-7.
- [9] K. Faidt, S. Flohr und R. Bleisinger, *Repräsentation und Verarbeitung von zeitlichem Wissen*, ~~Proceedings der ÖCAI Tagung, März 1989, S. 262-272~~

#### Vorträge:

- [10] A. Dengel, *Strukturklassifikation von Geschäftsbriefen als notwendige Vorverarbeitung für ein Postklassifikationssystem*, Triumph-Adler AG, Nürnberg, Februar 1989.
- [11] A. Dengel, *Automatische Visuelle Klassifikation von Dokumenten*, Kolloquiumsvortrag am FAW (Forschungsinstitut für angew. Wissensverarbeitung), Ulm, Februar 1989.
- [12] A. Dengel, *ANASTASIL, wissensbasiertes Klassifikationssystem für Geschäftsbriefe*, AEG, Forschungsinstitut Ulm, Februar 1989.
- [13] A. Dengel, *A Cut-based Procedure for Document-Layout Modelling and Automatic Document Analysis*, SPIE/ IEEE - Applications of Artificial Intelligence VII, Orlando, FL, März 1989.
- [14] A. Dengel, *Automatic Visual Classification of Printed Documents*, MIV-89 (International Workshop of Machine Intelligence and Vision), Tokyo, Japan, April 1989.
- [15] A. Dengel, *ANASTASIL: Hybrid Knowledge-based System for Document Image Analysis*, International Joint Conference on Artificial Intelligence - IJCAI'89, Detroit, MI, Aug. 1989.

#### Veranstaltungen:

- [16] *Vorstellung der ALV-Ideen, sowie des Systems ANASTASIL in der Wissenschaftsendung OUTPUT (SWF 3 Fernsehen).*

#### 4.1.3. Personalialia

In der Projektgruppe ALV arbeiten zur Zeit drei wissenschaftliche Mitarbeiter. Dipl.-Inform. Rainer Bleisinger ist am 1. Januar dieses Jahres ans DFKI gekommen. Dr. rer. nat. Andreas Dengel wurde mit Wirkung zum 15. Januar von der Universität Stuttgart ans DFKI abgeordnet und ist zum 1. April 1989 als Mitarbeiter ans DFKI gewechselt. Als dritter Mitarbeiter hat



## 4.2. Projekt DISCO

Das Projekt DISCO (Dialogsystem für Autonome Kooperierende Agenten) wurde im Herbst 1989 dem internationalen Begutachtergremium des DFKI vorgelegt und von diesem befürwortet. Es soll am 1. Jänner 1990 beginnen und bis 31. Dezember 1993 laufen. Leiter des Projekts ist Prof. Hans Uszkoreit.

### 4.2.1. Projektziel

Bei der Zusammenarbeit zwischen autonom agierenden menschlichen und maschinellen Partnern ist die natürliche Sprache als Kommunikationsmedium unentbehrlich. Im Zentrum des Projekts DISCO steht die notwendige Grundlagenforschung zur Entwicklung eines Systems, das den maschinellen Teilnehmern einen



Wissensrepräsentationsformalismus für diese Aufgabe (AKA-WINO), der auch zur Repräsentation außersprachlichen Wissens in DISCO Verwendung finden könnte. Die Projektgruppe AKA-WINO ihrerseits kann die linguistischen Wissensbasen von DISCO als Testfall für den geplanten Repräsentationsformalismus einsetzen.

Das Teilprojekt TEAMWARE des DFKI-Projekts KIK untersucht die Modellierung der interaktiven, verteilten Durchführung komplexer Aufgabenstellungen. Es wird ein System zur Überwachung einer solchen verteilten Kooperation entwickelt werden. Ein gemeinsames Interesse besteht zwischen den Projekten TEAMWARE und DISCO bezüglich einer Handlungstheorie, insbesondere im Hinblick auf kooperatives Handeln. Darüber hinaus kann das von DISCO entwickelte System als natürlich-sprachliche Schnittstelle für TEAMWARE Verwendung finden, da in diesem Projekt keine eigenen natürlichsprachlichen Komponenten entwickelt werden.

Neben der Zusammenarbeit mit anderen DFKI-Projekten sind auch Kooperationen mit externen Projekten geplant. Diese Kooperation kann vom Erfahrungsaustausch bis zur gemeinsamen Entwicklung und Nutzung einzelner Systemkomponenten gehen. Im einzelnen bestehen derzeit Kontakte zu folgenden Projekten:

- Das von IBM Deutschland durchgeführte Projekt LILOG ist das größte derzeit laufende Projekt auf dem Gebiet des Textverstehens. Neben IBM Deutschland gehören dazu derzeit fünf Projekte an deutschen Universitäten. Die Möglichkeit zur Zusammenarbeit besteht hauptsächlich im Bereich der linguistischen Analyse. Ein Austausch der gewonnenen theoretischen Erkenntnisse auf diesem Gebiet ist vorgesehen.
- Das Projekt IPSI der GMD Darmstadt beschäftigt sich mit dem Einsatz der Systemischen Grammatik bei der Generierung. Ein Hauptinteresse dieser Gruppe ist die Integration pragmatischen Wissens in eine Grammatik des Deutschen. Auf diesem Gebiet ist eine Zusammenarbeit mit DISCO geplant.
- Am CSLI at Stanford University besteht das Projekt RLA (Relational Theory of Language as Action) das sich mit der Verbindung dieser Theorie mit dem Unifikationsgrammatikansatz beschäftigt. Der Leiter dieses Projekts, Stanley Peters, hat sein Interesse an einer Kooperation mit DISCO ausgedrückt.
- Am Österreichischen Forschungsinstitut für Artificial Intelligence in Wien wird das Projekt VIE-2 durchgeführt. Es hat die Entwicklung eines natürlichsprachlichen Beratungssystems, das auf einem Expertensystem aufsetzt, zum Ziel. Eine Zusammenarbeit ist hauptsächlich auf dem Gebiet der Formalismen geplant, da VIE-2 auf diesem Gebiet einen ähnlichen Ansatz wie DISCO verfolgt. Derzeit wird im Rahmen von DISCO ein heim Projekt VIE-2 entwickelter Unifikationsalgorithmus für die Integration



geeigneter linguistischer Verarbeitungsprozesse (z.B. Parser und Generator) beschäftigen. Ausgangspunkt ist dabei die Verwendung einer gemeinsamen linguistischen Wissensbasis für alle Prozesse, sowie die integrierte Verarbeitung syntaktischen, semantischen und pragmatischen Wissens.

Die Projektgruppe DISCO-LK (linguistische Wissensbasen) wird ebenfalls am 1. April 1990 unter der Leitung von John Nerbonne mit ihrer Arbeit beginnen. Sie ist mit der Erarbeitung des linguistischen Wissens betraut. Darunter fallen die Entwicklung eines geeigneten Grammatikformalismus, die Erarbeitung einer Grammatik einer entsprechenden Teilmenge des Deutschen, sowie die Erstellung eines entsprechenden Lexikons. Der im Projekt DISCO verfolgte integrierte Ansatz erfordert, daß diese Grammatik neben der Syntax auch die Semantik und Teile der Pragmatik der Sprache beschreibt. Der theoretische Ausgangspunkt dafür ist eine Beschreibung der linguistischen Daten in Form disjunktiver Merkmalsstrukturen.



### 4.3. Projekt PHI

Intelligente *Hilfesysteme* unterstützen menschliche Benutzer bei der Verwendung von Anwendungssystemen.

Die Planbasiertheit solcher Hilfesysteme ist zentral für die Erbringung von Hilfeleistungen. Einerseits ist es möglich, über die *Planerkennung* die vom Benutzer verfolgten Pläne und Ziele zu bestimmen. Andererseits kann mit Hilfe der *Plangenerierung* bei vorgegebenem Ziel ein für den Benutzer hilfreicher Plan generiert werden. Die erkannten Ziele und generierten Pläne dienen als Grundlage für die Erzeugung der Hilfsinformation. Dabei wird sowohl bereichsspezifisches Wissen als auch Wissen aus dem Benutzermodell berücksichtigt. Bei der *Planüberwachung* wird analysiert, warum ein Benutzer den vorgeschlagenen Plan abgeändert hat.

Das Projekt **PHI** (Planbasierte **Hilfesysteme**) soll vor allem die *Verzahnung von Planerkennung und Plangenerierung* analysieren. Dabei wird ein logik-orientierter Ansatz verfolgt. Geeignete logische Formalismen werden untersucht und bilden die Grundlage für eine

Das PHI-Projekt gliedert sich in drei Teilgruppen:

- In der Gruppe **PHI-PE** (logik-orientierte Planerkennung) sollen die theoretischen und implementatorischen Arbeiten zur Planerkennung durchgeführt werden. Angestrebt wird ein inkrementeller, nicht-monotoner Planerkenner, der epistemisch orientiert arbeitet.
- In der Gruppe **PHI-PG** (logik-orientierte Plangenerierung) wird die deduktive Plangenerierungskomponente entwickelt. Als Basis dient ein deduktives Programmsynthesystem. Ziel ist die Integration und Implementierung verschiedener, besonders geeigneter Planungsmethoden und Planungsstrategien.
- In der Planüberwachungsgruppe (**PHI-PÜ**) soll untersucht werden, wie Techniken der Erkennung und Generierung für Aufgaben der Planüberwachung genutzt werden können.

Die vorgesehene Laufzeit des Projektes ist vom 1.1.1990 bis zum 31.12.1993. Für das Projekt sind 8 Mitarbeiterstellen vorgesehen. Die folgenden Mitarbeiter haben bzw. werden ihre Arbeit aufnehmen:

- Dipl.-Inform. Mathias Bauer am 1.2.1990
- Dr. rer. nat. Susanne Biundo am 1.9.1989
- Dipl.-Inform. Dietmar Dengler am 1.2.1990
- Dipl.-Inform. Matthias Hecking am 1.11.1988
- Dipl.-Inform. Gaby Merziger am 1.2.1990





