



**Deutsches  
Forschungszentrum  
für Künstliche  
Intelligenz GmbH**

**Document**  
D-92-15

**Wissenschaftlich-  
Technischer  
Jahresbericht**

**1991**

**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 and Saarbrücken is a non-profit organization which was founded in 1988. The shareholder companies are Atlas Elektronik, Daimler Benz, Fraunhofer Gesellschaft, GMD, IBM, Insiders, Mannesmann-Kienzle, Philips, SEMA Group Systems, Siemens and Siemens-Nixdorf. 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

Wissenschaftlich - Technischer  
Jahresbericht

1991

Deutsches Forschungszentrum  
für  
Künstliche Intelligenz

Kaiserslautern und Saarbrücken

© Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz 1992

This work may not be copied or reproduced in whole or in part for any commercial purpose. Permission to copy in whole or in part without payment of fee is granted for nonprofit educational and research purposes provided that all such whole or partial copies include the following: a notice that such copying is by permission of Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Kaiserslautern, Federal Republic of Germany; an acknowledgement of the authors and individual contributors to the work; all applicable portions of this copyright notice. Copying, reproducing, or republishing for any other purpose shall require a licence with payment of fee to Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz.



## Vorwort

Der vorliegende Bericht gibt einen umfassenden Einblick in die am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) im Verlauf des Jahres 1991 durchgeführten Forschungsaktivitäten. Über 80 hochqualifizierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben mit großem Engagement und Ideenreichtum an grundlegenden Problemen der maschinellen Verarbeitung von Wissen gearbeitet. Gestützt auf ihr hervorragendes Fachwissen und geleitet von anwendungsorientierten Fragestellungen haben sie zahlreiche neuartige Ergebnisse von großer Tragweite erzielt.

Im Jahr 1991 wurden mehrere neue Projekte begonnen. Ihre Finanzierung erfolgt aus Mitteln des BMFT und der Industrie. Gerade in dem letztgenannten Bereich trat eine deutliche Steigerung des Interesses an der Arbeit des DFKI ein. Die in den neuen Vorhaben verfolgten Ziele ergänzen die bereits im Vorjahr gestarteten Projekte in vielerlei Hinsicht und passen sich nahtlos in das Forschungsprogramm des DFKI ein. Dessen Ausrichtung auf die Arbeitsgebiete

- Intelligente Schnittstellen
- Intelligente Ingenieursysteme
- Intelligente Kooperationssysteme
- Werkzeuge für wissensbasierte Systeme

hat sich weiterhin als tragfähig und zukunftsorientiert erwiesen.

Besonders erfreulich ist, daß im Jahr 1991 auch weitere Projekte begonnen werden konnten, welche von Unternehmen aus dem Kreis der DFKI-Gesellschafter finanziert werden. Diese Vorhaben sind thematisch eng mit den vom BMFT geförderten Projekten verzahnt, so daß es hierbei zu einer erfolgreichen Umsetzung der dem DFKI zugrundeliegenden Idee einer Zusammenführung von erkenntnisorientierter Grundlagenforschung und produktorientierter Industrieforschung gekommen ist. Neben der rein finanziellen Unterstützung des DFKI haben die betreffenden Gesellschafter auch durch die Entsendung von Mitarbeitern an unser Institut in die Projekte investiert. Wir sind sicher, daß sich diese Entscheidungen als richtig erweisen werden.

Die am DFKI durchgeführten Forschungsaktivitäten haben in der Fachwelt viel Interesse und große Wertschätzung erfahren. Bei zahlreichen Tagungen und Kongressen hatten Wissenschaftler des DFKI Gelegenheit, vor kompetentem Fachpublikum über ihre Arbeit zu berichten. Dies führte unter anderem auch zu einer großen Nachfrage über Möglichkeiten von Gastforscheraufenthalten am DFKI. Bemerkenswerterweise waren darunter auch Interessensbekundungen renommierter Forscher ausländischer Forschungseinrichtungen. Daß manche solcher Kontakte in Form von Vorträgen oder mehrwöchigen Aufenthalten ausgebaut werden konnten, war für den Fortgang der DFKI-Projekte von großem Nutzen.

Das Jahr 1991 brachte große Erfolge mit sich. Diese verdanken wir unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Ihnen allen gebührt unsere Hochachtung und unser ganz persönlicher Dank.

Kaiserslautern, im April 1992.

Professor Dr. Gerhard Barth  
Technisch-wissenschaftlicher Geschäftsführer

Diplom-Kaufmann Friedrich Wendl  
Kaufmännischer Geschäftsführer

Redaktionsschluß:	15.2.92
Editon und	
Gesamtverantwortung:	W.Olthoff
Satz:	M.Dengel

# Inhaltsverzeichnis

1. BMFT geförderte Projekte.....	13
1.1. Projekt AKA-MOD.....	13
1.1.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse .....	13
1.1.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen.....	14
1.1.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen.....	15
1.1.4. Personalia .....	15
1.2. Projekt AKA-WINO .....	16
1.2.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse .....	16
1.2.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen.....	18
1.2.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen.....	19
1.2.4. Personalia .....	22
1.3. Projekt ALV.....	23
1.3.1. Wissenschaftlich - technische Ergebnisse.....	23
1.3.1.1. Dokumentarchitekturmodell in ALV .....	23
1.3.1.2. Strukturanalyse.....	24
1.3.1.3. Identifikation einfacher logischer Objekte (Logical Labeling).....	25
1.3.1.4. Texterkennung.....	27
1.3.1.5. Interpretation einfacher logischer Objekte.....	27
1.3.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen.....	28
1.3.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen.....	30
1.3.4. Personalia .....	33
1.4. Projekt ARC-TEC.....	34
1.4.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse .....	35
1.4.1.1. Teilprojekt A: Wissensakquisition .....	35
1.4.1.2. Teilprojekt R: Wissensrepräsentation.....	37
1.4.1.3. Teilprojekt C: Wissenscompilation.....	40
1.4.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen.....	41
1.4.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen.....	45
1.4.4. Personalia .....	49
1.5. Projekt ASL.....	50
1.5.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse .....	50
1.5.1.1. Teilprojekt Kontextnahe Semantik .....	50
1.5.1.2. Teilprojekt Konnektionismus.....	50

1.5.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen.....	51
1.5.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen .....	52
1.5.4. Personalia .....	52
1.6. Projekt DISCO.....	53
1.6.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse .....	53
1.6.1.1. Teilprojekt Formalismen und Schnittstellen.....	54
1.6.1.2. Teilprojekt Linguistische Verarbeitung .....	56
1.6.1.3. Teilprojekt Linguistische Wissensbasen.....	58
1.6.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen.....	61
1.6.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen.....	62
1.6.4. Personalia .....	64
1.7. Projekt HYDRA .....	65
1.7.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse .....	65
1.7.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen.....	66
1.7.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen.....	68
1.7.4. Personalia .....	69
1.8. Projekt PHI .....	70
1.8.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse .....	70
1.8.1.1. Plangenerierung .....	72

2.1.1.1. KIK-TEAMKOM.....	88
2.1.1.2. KIK-Teamware.....	92
2.1.2. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen.....	93
2.1.3. Personalia .....	95
2.2. Projekt PLUS.....	96

2.2.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen.....	98
2.2.4. Personalia .....	98
2.3. Projekt WIDAN .....	99
2.3.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse .....	99
2.3.2. Kontakte zu anderen DFKI-Projekten .....	100
2.3.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen.....	101
2.3.4. Personalia .....	101

3. In Zusammenarbeit mit externen Partnern durchgeführte Projekte.....	102
--	-----

3.1. Projekt KIWi.....	102
------------------------	-----

3.1.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse .....	102
---	-----

Namensverzeichnis.....	112
DFKI Publikationen.....	113







# 1. BMFT geförderte Projekte

## 1.1. Projekt AKA-MOD

Im Projekt „Autonome, kooperierende Agenten“ (AKA) sollen die Grundlagen für Wissensrepräsentationsformalismen, Inferenz-, Kommunikations- und Kontrollmechanismen bei der Kooperation mehrerer autonom agierender Systeme, im folgenden „Agenten“ genannt, untersucht und die Resultate an verschiedenen Anwendungsbeispielen erprobt werden.

Im Teilprojekt AKA-Mod sollen die für die Modellierung von mehreren Agenten spezifischen Aspekte, insbesondere Interaktion, Kommunikation und Kontrolle untersucht, sowie konkrete Szenarien realisiert werden. Das Projekt AKA-MOD wird vom BMFT gefördert (Förderkennzeichen ITW 9104) und hat eine Laufzeit vom 1. Mai 1991 bis 30. April 1994.

### 1.1.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Auf dem Weg zu einer allgemeinen Testumgebung haben wir ein Multi-Agentensystem zur Simulation einer Klötzchenwelt realisiert. Kernmodule sind die *aktuelle Weltsicht* und die *geschichtete Wissensbasis*. Die aktuelle Weltsicht enthält die Positionen der Agenten, realisiert einfache Kommunikationskanäle und liefert dem Benutzer Informationen über den Zustand der Agenten und der Welt. Die geschichtete Wissensbasis konzentriert sich auf die Bereiche Aktionen, Kommunikation, Planung und Introspektion. Das konkurrente Verhalten der Agenten wird simuliert, indem die Agenten reihum aktiviert werden (*Aktivierungs-Zyklus*). Jeder Agent verarbeitet an ihn gesandte Nachrichten und führt einige einfache Aktionen aus oder generiert aus seinen Intentionen einen neuen Plan. Danach gibt er die Kontrolle wieder ab. Die Kommunikationsebene verwendet eine domänenspezifische Menge von *typisierten Nachrichten*, die gezielt verschickt oder an alle gebroadcastet werden können. Bisher sind die Typen 'Frage', 'Antwort', 'Ankündigung' und 'Instruktion' verwendet. Die Planung erfolgt über vier Stufen: Aus den anfangs dem Agenten zugeordneten *Intentionen* wird ein *Plan* als Sequenz von Zielen generiert. Jedes *Ziel* erfordert die Ausführung einiger *Aktionen*. Beispiele für Aktionen sind: Fragen versenden, eine Bewegung ausführen, die Erfüllung einer Intention erkennen, den internen Zustand ändern usw. Die Introspektionsebene enthält dynamisches Faktenwissen. Es umfaßt Wissen über ausgeführte Aktionen, über die aktuellen Intentionen und Pläne sowie Wissen über den Aufenthaltsort und die Absichten anderer Agenten. Die dem Benutzer angezeigten Informationen umfassen die ausgetauschten Nachrichten, die jeweiligen Intentionen und Pläne und das introspektive Wissen. Die Szene wird als einfache zweidimensionale Skizze dargestellt.

Als zentrales Problem bei der Modellierung von Systemen mit mehreren unabhängigen Agenten, ist die Planung und die Koordination der Aktionen von Einzelagenten zu nennen. Im Unterschied zu Anwendungsbeispielen, in denen *ein* handelndes Objekt modelliert wird, ist hier zu beachten, daß sich die Agenten durch ihre Aktivitäten sowohl behindern als auch unterstützen können. Typische Behinderungen sind z.B. der konkurrierende Zugriff auf gemeinsame Ressourcen (z.B. Drucker etc.) oder die Zerstörung der Ausführungsbedingung einer Aktion durch eine andere Aktion (z.B. ein Roboter schließt eine Tür, durch die ein anderer Roboter gerade gehen will). Ein Beispiel für eine unterstützende Handlung wäre das gemeinsame Heben eines schweren Gegenstandes durch zwei Roboter. Um Grundlagen für ein adäquates Kommunikations- und Kooperationsmodell zu erhalten, wurde aktuelle Literatur, vor allem aus dem Gebiet des verteilten Planens, aufgearbeitet und erste Ideen mit verschiedenen Kooperationspartnern diskutiert. Dabei entstand der abstrakte Ansatz des verzögerten, bidirektionalen Planens, der es ermöglicht, entsprechend den Fähigkeiten der modellierten Agenten, verschiedene Kommunikations- und Kooperationsmuster auszuwählen.

Neben den obigen Vorarbeiten wurde das Konzept der hierarchisch strukturierten Wissensbasen als Modell der Agenten ausgebaut. Insbesondere wurden die Kommunikation, der

Kooperationswille, das Wissen über andere und das Wissen über globale Ziele als elementare Eigenschaften von kooperationsfähigen Agenten herausgearbeitet und anhand eines Experimentierimplementierung überprüft.

### 1.1.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

#### DFKI-interne Kontakte:

Enge Zusammenarbeit mit Dr. Busemann, Dr. Nerbonne (DISCO) bezüglich der Kommunikationsmodule der Agenten und Dr. Biundo (PHI), Dr. Schmalhofer (ARC-TEC) bezüglich Planungskonzepte. Lebhafter Ideenaustausch und Diskussion eines gemeinsamen Szenarios mit Dr. Steiner (KIK-KL) und Dr. Schweitzer (KIK-SB).

#### Kontakte außerhalb des DFKI:

- Konferenzbeteiligungen:
  - 4. Internationaler GI-Kongress "Wissensbasierte Systeme", München, Okt.91
- Außereuropäische Kontakte:
  - Yale University, USA, Michael Beetz, Gastforscher, Arbeitsbereich "Flexible Planverfahren"
  - Texas University, USA, Dr. Munindar & Mona Singh, Gastforscher, Arbeitsbereich "Verhandlungsführung in Multi-Agenten Systemen"
- Europäische Kontakte:
  - Open University at Milton Keynes, GB, Prof. George Kiss, im Rahmen einer ESPRIT Kooperation.
  - University of Nottingham, GB, Dr. Han Reichgelt, im Rahmen einer ESPRIT Kooperation.
  - LIFIA Université Grenoble, F, Dr. Yves Demazeau, geplante Zusammenarbeit im Bereich kooperative Roboter.
- Deutsche Kontakte:
  - Im Rahmen des AK "Verteilte KI" der Gesellschaft für Informatik gibt es Kontakte zu (fast) allen akademischen Instituten, die sich mit der Verteilten KI beschäftigen; insbesondere: Fernuniversität Hagen (Dr. Stefan Kim), GMD (Prof. Thomas Christaller, Dr. Frank v. Martial), EBS (Prof. Werner Dilger), ECRC München (Dr. Norbert Eisinger), TUM (Prof. Levi, Prof. Siegert), LMU (Prof. R...

### 1.1.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

#### Veröffentlichungen:

- J. Müller, J. Siekmann: "Structured Social Agents", Proc. of the 4th Internationaler GI-Kongress "Wissensbasierte Systeme", München, Oktober 1991, pp. 42-52
- A. Schupeta: Towards a Testbed for the Simulation of Multi-Agent Scenarios, Diplomarbeit, Okt.1991
- M. P. Singh: "Social and Psychological Commitments in Multiagent Systems", Tech. Memo TM-91-08, August 1991
- M. P. Singh: "On the Semantics of Protocols Among Distributed Intelligent Agents", Tech. Memo TM-91-09, August 1991
- M. P. Singh: "On the Commitments and Precommitments of Limited Agents", Research Report RR-91-19, August 1991
- J. Stein: "Aspects of Cooperating Agents", Tech. Memo TM-91-06, September 1991
- D. D. Steiner, J. Müller: "MAAMAW'91, Pre-Proceedings of the 3rd European Workshop on Modeling Autonomous Agents and Multi-Agent Worlds", Document D-91-10

#### Vorträge:

- J. Müller: "Structured Social Agents", 4. Internationaler GI-Kongress "Wissensbasierte Systeme", München, Oktober 1991

#### Veranstaltungen:

- 3. europäischer Workshop über "Modellierung von autonomen Agenten und Multi-Agenten Welten" (MAAMAW'91), Kaiserslautern, August 1991
- Podiumsdiskussion "VKI: Perspektiven eines interdisziplinären Forschungsgebiets", beim 4. Internationaler GI-Kongress "Wissensbasierte Systeme", München, Oktober 1991

### 1.1.4. Personalialia

#### • Einstellungen:

- |              |   |
|--------------|---|
| 1. Juli      | Dr. H. Jürgen Müller, leitender Wissenschaftler |
| 1. September | Dr. Norbert Kuhn                                |
| 1. November  | Dipl.-Inform. Achim Schupeta                    |

Zum 31. Dezember bestand die AKA-MOD-Gruppe aus:

Prof. Dr. J. Siekmann (Leiter)	(0681-302-5275)
Dipl.-Inform. K. Fischer	(0681-302-5320)
Dr. N. Kuhn	(0681-302-5324)
Dr. J. Müller	(0681-302-5322)
Dipl.-Math. A. Schroth	(0681-302-5318)
Dipl.-Inform. A. Schupeta	(0681-302-5319)

## 1.2. Projekt AKA-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 eine Objektivierung von Wissensrepräsentationsformalismen mit Methoden der Logik:

1. Erforschung der logischen Grundlagen von Wissensrepräsentationsformalismen,
2. Entwicklung adäquater Inferenzmechanismen für die Wissensrepräsentation,
3. Operationalisierung durch effizient realisierbare Kalküle,
4. prototypische Implementierung eines Wissensrepräsentations- und Inferenzsystems.

Schwerpunkte sind einerseits Anwendungen der Wissensrepräsentationsformalismen zur Wissensdarstellung in Zusammenarbeit mit dem Projekt „Wissensbasierte Informationspräsentation“ (WIP), andererseits Vorarbeiten für die mittelfristig geplante Realisierung verschiedener Szenarien autonomer kooperierender Agenten, sowie die dafür notwendigen Wissensrepräsentationsformalismen und Inferenzmechanismen.

Für die Entwicklung eines Wissensrepräsentations- und Inferenzsystems sind zwei prinzipielle Vorgehensweisen möglich: Einerseits können bewährte Wissensrepräsentationssprachen wie KL-ONE benutzt und um darauf zugeschnittene Inferenzverfahren erweitert werden. Andererseits ist es möglich, hocheffiziente Inferenzkomponenten, wie sie für logische Programmiersprachen entwickelt wurden, zum Ausgangspunkt zu nehmen und um Datenstrukturen zu erweitern, die zur Wissensrepräsentation eingesetzt werden. Beide Vorgehensweisen werden in WINO verfolgt :

1. Erweiterung einer logischen Programmiersprache TEL um Wissensstrukturen,
2. Kombination KL-ONE-ähnlicher Wissensstrukturen mit Inferenzmechanismen.

Wegen der bekannten Ineffizienz allgemeiner Inferenzkomponenten steht hierbei die Kombination mit domänen-spezifischen Inferenzmechanismen im Vordergrund.

Da die Agenten sowohl räumliches als auch zeitliches Wissen für ihre Aktionen benötigen, müssen darüberhinaus die bekannten Wissensrepräsentationsformalismen daraufhin untersucht werden, inwiefern sie sich für die Darstellung räumlicher und zeitlicher Information und von Aktionen selbst eignen. Die Zusammenarbeit mehrerer Agenten verlangt zusätzlich, daß jeder Agent Information sowohl über sich selbst als auch über seine Partner hat und diese auch verarbeiten kann. Daher muß außerdem untersucht werden, was für Inferenzmechanismen für den Umgang mit Wissen selbst (z.B. autoepistemisches Schließen) benötigt werden.

### 1.2.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Die theoretischen Arbeiten des Projekts wurden weitgehend abgeschlossen, und der Schwerpunkt auf die Weiterentwicklung der beiden Systeme KRIS und CORE gelegt.

Die Inferenzkomponente des prototypischen Wissensrepräsentations- und Inferenzsystems KRIS, welche bislang Inferenzalgorithmen für die terminologische Komponente (die sogenannte T-Box) beinhaltet, wurde um korrekte und vollständige Inferenzalgorithmen für das Schlußfolgern in der assertionalen Komponente (die A-Box) erweitert. Damit wurde im wesentlichen die eigentliche Implementierung der Inferenzkomponente von KRIS abgeschlossen. Ein Benutzerhandbuch, welches eine Einführung in das Arbeiten mit dem KRIS-System gibt, wurde als DFKI-Dokument D-91-14 erstellt. Nachfolgend wurde damit begonnen, die T-Box Inferenzalgorithmen von KRIS an Hand von realistischen Eingaben bzgl.

ihrer Performanz zu evaluieren. Dabei wurden, in Zusammenarbeit mit der Wissensrepräsentationsgruppe des WIP-Projekts (BMFT-Förderkennzeichen ITW 8901 8), laufzeitkritische Algorithmen lokalisiert und Ideen für ihre Optimierung generiert.

Das System CORE wurde so erweitert, daß man direkt Formelmengen mit beschränkten Quantoren als Eingabe verwenden kann, die dann automatisch in eine Menge von Klauseln mit Constraints transformiert werden. Als Hintergrundsprache für die Quantoren-Constraints können dazu A-Boxes und T-Boxes aus dem KRIS-System verwendet werden.

Im Rahmen einer Kooperation mit Siemens wurde die Einsetzbarkeit des KRIS-Systems im Bereich des Reverse Engineering untersucht. Ziel von Reverse Engineering ist die Wiedergewinnung von verwischter oder verloren gegangener Strukturinformation existierender Software. Eine Hauptaufgabe ist die Einordnung (Klassifizierung) von den im Source-Code vorgefundenen syntaktischen Elementen (Prozeduren, Module) unter Konzepte der Architekturebene (Zugriffsprozedur eines abstrakten Datentyps, virtueller Gerätemodul). Die Verwendung des KRIS-Systems scheint möglich zu sein, da KRIS Algorithmen zur Klassifizierung bietet. Um die Anwendbarkeit von KRIS jedoch genauer bewerten zu können, wurde die folgende Vorgehensweise gewählt: Zunächst wurde ein Terminologie erstellt, die die wesentlichen Konzepte der Architekturebene enthält. Die Definition der komplexen Konzepte erwies sich insofern als schwierig, daß nur etwa 20 Kernkonzepte in befriedigender Weise formuliert werden konnten. Die Einführung eines Sprachkonstrukts, welches im Bereich der Konzeptsprachen noch nicht betrachtet wurde, ist notwendig. Anschließend wurde ein Werkzeug entwickelt, das im Source-Code vorgefundene Strukturen als KRIS-Eingaben aufbereitet. Eine abschließende, praktische Bewertung des Ansatzes ist zur Zeit noch nicht möglich, da die Konzeptsprache von KRIS um ein weiteres Sprachkonstrukt erweitert werden muß.

Auf der Suche nach alternativen Repräsentationsmechanismen wurden Verfahren aus der Psychologie benutzt, um Konzepte nicht über absolute Definitionen, sondern durch eine Menge Prototypen zu repräsentieren. Dazu wurde ein Demonstrator zur automatischen Klassifikation von Objekten implementiert. Als Alternative zu den in KRIS verwendeten Inferenzalgorithmen, wurde der Einsatz von Resolutions- und Tableaubeweisern untersucht. Diese stellten sich jedoch nur bei sehr einfachen Taxonomien als tauglich heraus. Interessant war jedoch dabei die Tatsache, daß Standardbeweiser prinzipiell und ohne Probleme für diese Art von Schlußfolgerungen einsetzbar sind.

Im Bereich der ZEIT- Repräsentation wurden eine Erweiterung des CHRONOLOG Systems vorgenommen. Dabei wurde eine weitere Klasse von Modaloperatoren zur Behandlung von Intervallen (Sequenzen) von Zuständen eingeführt. Das vorliegende System (TRAM = Time Reasoning with Allen Intervalls and Modalities) verarbeitet nun sowohl den modallogischen

### 1.2.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

#### DFKI-interne Kontakte:

- Mit der Projektgruppe Teamware im KIK Projekt gab es intensive Diskussionen über die Organisation von Agenten und ein gemeinsames Anwendungsszenario.
- Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern des DFKI-Projekts WIP (BMFT-Förderkennzeichen ITW 8901 8) bei der Evaluierung der Performanz von KRIS. Ideen für die Optimierung laufzeitkritischer Algorithmen wurden auf gemeinsamen Arbeitstreffen entwickelt.

#### Kontakte außerhalb des DFKI:

- Es gab Treffen mit Forschungsgruppen bei SIEMENS. Dabei wurde der Einsatz unseres KRIS Systems für die Software-Wiederverwendung diskutiert. Eine genauere Analyse der Einsetzbarkeit von KRIS wird im Rahmen einer Projektarbeit (siehe unten) durchgeführt.
- Bei dem "AAAI Symposium on Implemented Knowledge Representation and Reasoning Systems" ergaben sich wichtige Kontakte zu anderen, mit der Implementierung KL-ONE-artiger Systeme beschäftigten Gruppen, die bei der kurz darauf stattfindenden Konferenz KR'91 und dem in Dagstuhl stattfindenden Workshop on Terminological Logic vertieft werden konnten. Zusätzlich ergab sich bei dieser Gelegenheit ein Kontakt zu Professor McAllester (MIT AI Lab, Cambridge) der durch einen im kommenden Halbjahr geplanten Besuch von Professor McAllester in Kaiserslautern vertieft werden soll.
- Es wurde Kontakt zur Forschungsgruppe KIT-BACK an der Technischen Universität Berlin aufgenommen. Im BACK-Projekt werden Konzeptsprachen bei der Entwicklung von stark strukturierten Wissensbasen eingesetzt. Ein Wissenschaftler aus Berlin wurde zu einem Vortrag ans DFKI eingeladen und im Gegenzug hielt ein WINO-Mitarbeiter einen Vortrag in

für das Gesamtprojekt AKA interessant ist. In den Bell Labs arbeitet die Gruppe von Ron Brachman ebenfalls an Wissensrepräsentation mit Konzeptsprachen. Das System Classic wurde dort entwickelt und wird in verschiedenen Anwendungen eingesetzt.

- Teilnahme an nationalen und internationalen Konferenzen mit Beiträgen: International Workshop on Processing Declarative Knowledge (Juli '91, Kaiserslautern), International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI (August '91, Sydney, Australien), First World Conference on the Fundamentals of AI, WOCFAI (Juli '91).
- Anlässlich der Reise zur IJCAI-91 wurden Kontakte mit australischen Wissenschaftlern vertieft, insbesondere durch Vorträge und anschließende Gespräche an den folgenden Universitäten: Sydney University (Sydney), Macquary University (Sydney), University of Queensland (Brisbane).
- Mitarbeiter aus WINO beteiligten sich an der Formulierung eines Projektantrages für das ESPRIT-BRA-Projekt Compulog II, dem Nachfolgeprojekt für Compulog. Der Antrag sieht insbesondere eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern aus WINO sowie Arbeitsgruppen in Rom (Prof. Lenzerini), Aachen (Prof. Jarke), Lissabon (Prof. Porto), London (Prof. Kowalski), sowie vom ECRC in München über die Integration von strukturierten Konzepten und Wissensbanken vor.
- Mitarbeiter aus WINO beteiligten sich an der Formulierung eines Projektantrages für eine ESPRIT-BRA-Working Group ETA (Equational Theories and Applications). Es sollen hier insbesondere auch Möglichkeiten einer Anwendung von Termersetzungungsverfahren im Bereich der Wissensrepräsentation untersucht werden.
- Mitarbeiter aus WINO sind am Network of Excellence on Computational Logic (Compunet) beteiligt. Hierbei handelt es sich um ein von der EG gefördertes Netzwerk, das die wichtigsten europäischen Einrichtungen, die über Logische Berechnung forschen, verbindet. Compunet organisiert Workshops, Sommerschulen und den Austausch von Wissenschaftlern der beteiligten Gruppen.
- Bei dem von der BACK Gruppe in Berlin veranstalteten "Terminological Logics User Workshop" wurden Kontakte zu Benutzern und Entwicklern terminologischer Wissensrepräsentationssysteme vertieft. Es ging dabei insbesondere darum klarzumachen, welche Anforderungen spezielle Anwendungssituationen an diese Systeme stellen.

### 1.2.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

#### Veröffentlichungen:

- E. Achilles, B. Hollunder, A. Laux, J.-P. Mohren: "KRIS: Knowledge Representation and Inference System - Benutzerhandbuch -. Document D-91-14.
- F. Baader, B. Hollunder: "KRIS: Knowledge Representation and Inference System---System Description", Working Notes of the AAI Spring Symposium, Stanford, March 1991.
- F. Baader "Unification, Weak Unification, Upper Bound, Lower Bound and Generalization Problems." Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Rewriting Techniques and Applications, RTA 91, Como (Italy). Springer Lec. Notes Comp. Sci. 488.
- F. Baader, W. Nutt: "Adding Homomorphisms to Commutative/Monoidal Theories, or: How Algebra Can Help in Equational Unification." Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Rewriting Techniques and Applications, RTA 91, Como (Italy). Springer Lec. Notes Comp. Sci. 488.
- F. Baader, B. Hollunder: "KRIS: Knowledge Representation and Inference System", Sigart Bulletin, pp.8-14, Vol. 2, Number 3, June 1991.
- 
- F. Baader, B. Hollunder: "A Terminological Knowledge Representation System with Complete Inference Algorithms", In: H. Boley, M. M. Richter (Hrsg.), "Processing Declarative Knowledge". LNAI 567, Springer-Verlag.
- F. Baader: "Augmenting Concept Languages by Transitive Closure of Roles: An Alternative to Terminological Cycles." Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI-91, Sydney (Australien).

- F. Baader, P. Hanschke: "A Scheme for Integrating Concrete Domains into Concept Languages." Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI-91, Sydney (Australien).
- F. Baader, P. Hanschke: "A Scheme for Integrating Concrete Domains into Concept Languages." Research Report RR-91-10.
- F. Baader, H.-J. Bürckert, B. Nebel, W. Nutt, G. Smolka: "On the Expressivity of Feature Logic with Functional Uncertainty and Negation," Research Report RR-91-01.
- F. Baader, K. Schulz: "Unification in the Union of Disjoint Equational Theories: Combining Decision Procedures." Research Report RR-91-33.
- P. Breuer, J. Müller: A Two Level Representation for Spatial Relations, Part I, Research Report RR-91-14
- H.-J. Bürckert, J. Müller, A. Schupeta: "RATMAN and its Relation to Other Multi-Agent Testbeds." Research-Report RR-91-09.
- H.-J. Bürckert: Resolution, Graph-based, in: S.C. Shapiro (Hrsg.), Encyclopedia of Artificial Intelligence. 2nd edition, John Wiley, 1991
- H.-J. Bürckert: A Resolution Principle for a Logic with Restricted Quantifiers. Springer, LNAI 568, 1991
- H.-J. Bürckert, J. Müller: "RATMAN: A Rational Agent Testbed for Multi Agent Networks." In: Y. Demazeau, J.-P. Muller (Hrsg.), "Decentralized Artificial Intelligence 2." Elsevier Science Publishers, 1991
- M. Doemer: Einsatz von automatischen Beweisverfahren für Wissensrepräsentationssprachen, Diplomarbeit, August 1991
- F. Donini, B. Hollunder, M. Lenzerini, A. Marchetti Spaccamela, D. Nardi, W. Nutt: "The Complexity of Existential Quantification in Concept Languages", Rapporto Tecnico 01.91, Dipartimento di Informatica e Sistemistica, Università degli Studi di Roma, "La Sapienza", January 1991.
- F. Donini, M. Lenzerini, D. Nardi, W. Nutt, "The Complexity of Concept Languages," Proceedings of the Second International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning, Cambridge, Mas., 1991.
- F. Donini, B. Hollunder, M. Lenzerini, A. Marchetti Spaccamela, D. Nardi, W. Nutt: "The Complexity of Existential Quantification in Concept Languages", erscheint in Artificial Intelligence.
- F. Donini, M. Lenzerini, D. Nardi, W. Nutt, "Tractable Concept Languages," Proceedings of the Second International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), Sydney, Australien, 1991.
- F. Donini, B. Hollunder, M. Lenzerini, A. Marchetti Spaccamela, D. Nardi, W. Nutt: "The Complexity of Existential Quantification in Concept Languages", Research Report RR-91-02.
- B. Hollunder, F. Baader: "Qualifying Number Restrictions in Concept Languages", Research Report RR-91-03.
- B. Hollunder, F. Baader: "Qualifying Number Restrictions in Concept Languages", Proceedings of the Second International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning, Cambridge, Mas., 1991.
- A. Laux: Skolemisierung in Logiken mit beschränkten Quantoren, Diplomarbeit, Juli 1991
- J.P. Mohren: Geometrische Verfahren zur RAUM-Repräsentation, Diplomarbeit, Juli 1991
- J. Müller: "Defining Rational Agents by Using Hierarchical Structured Knowledge Bases", IEE Colloquium "Intelligent Agents", Digest No.: 1991/048, London, pp.8/1-8/3.
- J. Müller: "From Silly Stand-Alone Systems to Cooperative Intelligent Agent Societies", Proc. of the European Simulation Multiconference 1991, Kopenhagen, June 1991.
- J. Müller: "Defining Almost-Exact Spatial Relations", in: M. De Glas, D. Gabbay (Eds), Proc. of the First World Conference on the Fundamentals of AI (WOCFAI), Paris, Frankreich, Juli '91, pp. 115-124
- M. Pischel: Integration verschiedener Ansätze zur Zeit-Repräsentation, Diplomarbeit, Oktober 1991
- Th. Steinbach: "CORE – ein constraint-basierter Resolutionsbeweiser", Diplomarbeit, Januar 1991

### Vorträge:

- F. Baader: "A Scheme for Integrating Concrete Domains into Concept Languages." Workshop on Constraint Logic Programming, Marseille (Frankreich), 15. 1. – 17. 1. 1991.
- F. Baader: "A Scheme for Integrating Concrete Domains into Concept Languages." CompuLog Workshop Structured Types, Kaiserslautern, 28. 1. 1991.
- F. Baader: "*KRIS*: Knowledge Representation and Inference System – System Description." Workshop on Implemented Knowledge Representation and Reasoning Systems, AAAI Spring Symposium Series, Stanford (USA), 26. 3. - 28. 3. 1991.
- F. Baader: "Unification, Weak Unification, Upper Bound, Lower Bound and Generalization Problems." 4<sup>th</sup> International Conference on Rewriting Techniques and Applications, RTA 91, Como (Italy), 10.4. – 12. 4. 1991.
- F. Baader: "Adding Homomorphisms to Commutative/Monoidal Theories, or: How Algebra Can Help in Equational Unification." 4<sup>th</sup> International Conference on Rewriting Techniques and Applications, RTA 91, Como (Italy), 10.4. – 12. 4. 1991.



- F. Baader: "Cyclic, Transitive and Concrete Extensions of Concept Languages." Second International Workshop on Terminological Logics, Dagstuhl (Germany), 6. 5. - 8. 5. 1991.
- F. Baader: "Unifikation in kommutativen Theorien: ein semantischer Ansatz zur Unifikation in Gleichungstheorien." Vortrag an der Fakultät für Informatik, Universität Tübingen, 22. 5. 1991.
- F. Baader: "A Terminological Knowledge Representation System with Complete Inference Algorithms." First International Workshop on Processing Declarative Knowledge, Kaiserslautern, 1. 7. - 3. 7. 1991.
- F. Baader: "Unification in the Union of Disjoint Equational Theories: Combining Decision Procedures." Fifth Workshop on Unification, Barbizon (Frankreich), 3. 7. - 5. 7. 1991.
- F. Baader: "Augmenting Concept Languages by Transitive Closure of Roles: An Alternative to Terminological Cycles." 12<sup>th</sup> International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI-91, Sydney (Australien), 24. - 30. August. 1991.
- F. Baader: "Terminological Cycles in KL-ONE-based Knowledge Representation Languages." Vortrag im Kolloquium des Basser Department of Computer Science der Sydney University, Sydney (Australien), 20. 8. 1991.
- F. Baader: "Unification Theory." Vortrag im Kolloquium des Department of Mathematics and Computer Science der Macquary University, Sydney (Australien), 23. 8. 1991.
- F. Baader: "Unification Theory." Vortrag im Kolloquium des Department of Computer Science der University of Queensland, Brisbane (Australien), 12. 9. 1991.
- F. Baader: "Unification in the Union of Disjoint Equational Theories: Combining Decision Procedures." Second International Workshop on Word Equations and Related Topics (IWWERT-91), Rouen (Frankreich), 7. 9. - 9. 9. 1991.
- F. Baader: "Darstellung und Verarbeitung terminologischen Wissens." Vortrag im Informatik-Kolloquium der Universität Kaiserslautern, 25. 11. 1991.
- F. Baader, H.-J. Bürckert, J.H. Siekmann: "TACOS: Taxonomy and Common Sense. Project Proposal." Vortrag anlässlich der Tagung des Wissenschaftlichen Beirats des DFKI, Kaiserslautern, 1. Oktober, 1991
- H.-J. Bürckert: "Constrained Resolution and Hypothetical Reasoning." Workshop der ESPRIT-BRA "CompuLog", Subarea "Structured Types", Kaiserslautern, 29. Januar, 1991
- H.-J. Bürckert: "Project WINO - Logical Foundations of Knowledge Representation and Processing." Vortrag anlässlich des Besuchs von HP-Mitarbeitern am DFKI, 13. Februar, 1991
- H.-J. Bürckert: "Relationships Between Constrained Resolution and Abductive Reasoning." Workshop der ESPRIT-BRA "CompuLog", Subarea "Knowledge Assimilation", 28. Februar- 2. März, 1991
- H.-J. Bürckert: "WINO: Logical Foundations of Knowledge Representation and Processing. Progress Report." Vortrag anlässlich der Tagung des Wissenschaftlichen Beirats des DFKI, Saarbrücken, 21. März, 1991
- H.-J. Bürckert: "Vererbungshierarchien, KL-ONE, Frames." Eingeladenes Referat beim Schenck-Kolleg, Lehrgang "Wissensbasierte Systeme", Fa. Schenck Darmstadt, 29. April, 1991
- H.-J. Bürckert: "WINO: Logische Grundlagen der Wissensrepräsentation und -verarbeitung." Vortrag bei einem Arbeitsbesuch der Forschungsgruppe "Wissensbasierte Systeme", Siemens ZFE, München, 14. Mai, 1991
- H.-J. Bürckert: "Constraints and Restricted Quantifiers." Vortrag beim Workshop „Theorem Proving and Logic Programming with Constraints“, Dagstuhl, 21.-25. Oktober 1991
- H.-J. Bürckert: "WINO: Logical Foundations of Knowledge Representation and Processing." Progress Report. Vortrag anlässlich der Tagung des Wissenschaftlichen Beirats des DFKI, Kaiserslautern, 1. Oktober, 1991
- B. Hollunder: "Qualifying Number Restrictions in Concept Languages", KR'91, Boston, 23. April 1991.
- B. Hollunder: "Inferences in KL-ONE-style Knowledge Representation Systems", Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (Seminar über "Deduktive Systeme" vom 28.04. - 04.05.1991) 2. Mai

1991.

- J. Müller: "Defining Rational Agents by Using Hierarchical Structured Knowledge Bases", IEEE Colloquium "Intelligent Agents", London, Feb. 1991 (eingeladener Vortrag)
- J. Müller: "Das AKA-Mod Projekt", Arbeitstreffen des AK Verteilte KI, Bremen, Apr. 1991
- J. Müller: "From Silly Stand-Alone Systems to Cooperative Intelligent Agent Societies", European Simulation Multiconference 1991, Kopenhagen, June 1991
- J. Müller: "Defining Almost-Exact Spatial Relations", First World Conference on the Fundamentals of AI, WOCFAI, Paris, Frankreich, Juli '91.
- W. Nutt: "Structured Types for Knowledge Bases", Workshop der ESPRIT-BRA "CompuLog", Cumberland Lodge, England, 23.-26. September, 1991.
- W. Nutt: "Tractable Concept Languages", Festkolloquium, DFKI, Kaiserslautern, 17. Oktober 1991.
- W. Nutt: "Inferences in Terminological Languages", Kolloquiumsvortrag, Universität Bologna, Italien, 28.

- W. Nutt: "The Complexity of Inferences in Terminological Languages", AI Seminar, Department of Computer Science, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, 19. April 1991.
- W. Nutt: "The Complexity of Concept Languages", 2nd International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning, Cambridge, Massachusetts, 22.-25. April 1991.
- W. Nutt: "Knowledge Representation with Concept Languages", Colloquium, Department of Computer Science, Boston University, Boston, Massachusetts, 26. April 1991.
- W. Nutt: "Inferences in Terminological Languages: Algorithms and Complexity", Artificial Intelligence Principles Research Department, AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, New Jersey, 29. April 1991.
- W. Nutt: "Knowledge Representation with Concept Languages", Colloquium, Department of Computer Science, State University of New York at Stony Brook, Stony Brook, New York, 1. Mai 1991.
- W. Nutt: "Algorithms for Concept Languages", 2nd Workshop on Terminological Reasoning, Schloss Dagstuhl, Germany, 6.-8. Mai 1991.

Veranstaltungen:

H.-J. Bürckert, J. Müller: Vorlesung "Künstliche Intelligenz III (Wissensrepräsentation)", Universität Kaiserslautern, SS 91

F. Boudier: ...

### 1.3. Projekt ALV

Das Projekt Automatisches Lesen und Verstehen (ALV) wird vom BMFT gefördert (Förderkennzeichen: ITW 9003 0) und hat eine Laufzeit vom 1. Oktober 1990 bis 30. September 1993. Das Projekt soll eine Brücke zwischen Lesen (vom Pixelbild zum korrekten ASCII) und Verstehen (vom korrekten ASCII zum Bedeutungsinhalt) textueller Information schlagen. In diesem Zusammenhang wird ein integrierter Ansatz aus Verfahren der Mustererkennung, der Bild- und der Sprachverarbeitung angestrebt. Dazu sollen ausgehend von Messungen am Binärbild eines abgetasteten Dokuments, Zusammenhänge zwischen Bildobjekten hergestellt, diese interpretiert und damit intendierte Bedeutungen im Dokument erkannt werden.

#### 1.3.1. Wissenschaftlich - technische Ergebnisse

Das Projekt ALV soll eine Brücke zwischen Erkennen (vom Pixelbild zum korrekten ASCII) und Verstehen (vom korrekten ASCII zum Bedeutungsinhalt) textueller Information schlagen. In diesem Zusammenhang wird ein integrierter Ansatz aus Verfahren der Mustererkennung, der Bild- und der Sprachverarbeitung angestrebt. Dazu sollen, ausgehend von Messungen am

---

Binärbild eines abgetasteten Dokuments, Zusammenhänge zwischen Bildobjekten hergestellt, diese interpretiert und damit intendierte Bedeutungen im Dokument erkannt werden.

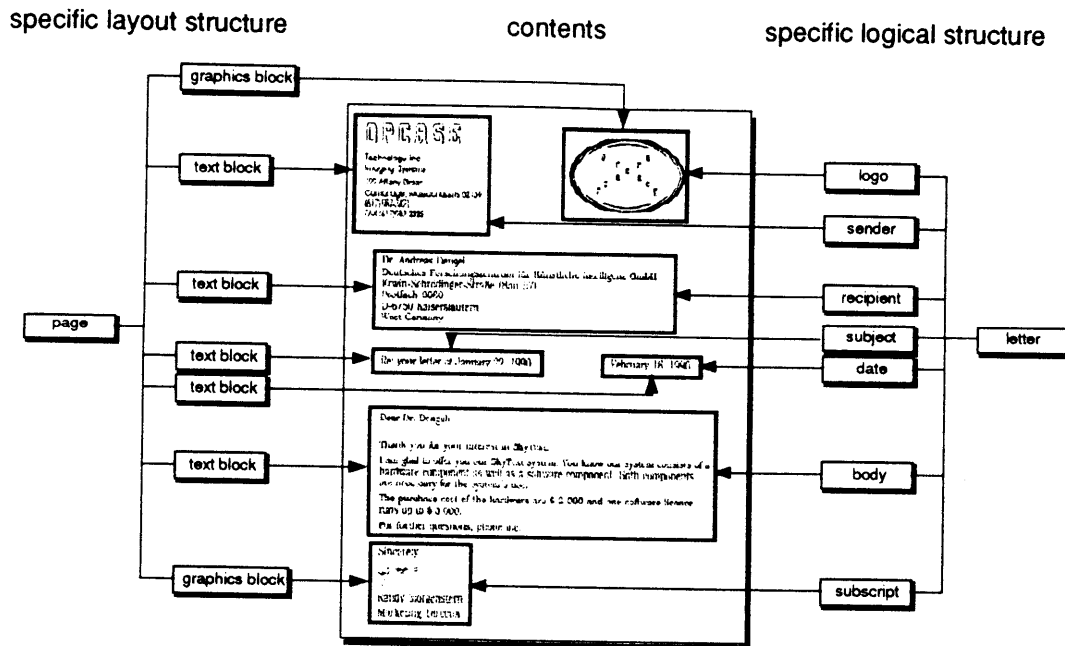
##### 1.3.1.1. Dokumentarchitekturmodell in ALV

Wesentliche Fortschritte wurden bei der Spezifikation des in ALV zugrundeliegenden Dokumentarchitekturmodells erzielt. Dieses Dokumentenmodell orientiert sich an bestehenden Standards (ODA/ODIF, SGML, EDIFACT u.a.) zur Repräsentation von Dokumenten, insbesondere von Geschäftsbriefen. Eine standardisierte Darstellung von Dokumenten bietet eine Vielzahl von Vorteilen. Wesentlich ist dabei, daß ein gedrucktes Dokument, das vom ALV-Analysesystem in eine äquivalente elektronische symbolische Repräsentation überführt wurde, problemlos rechnergestützt weiterverarbeitbar ist. Zudem kann es zwischen heterogenen Textverarbeitungssystemen, die auf dem gleichen Standard basieren, ausgetauscht werden.

Untersucht wurden im wesentlichen drei ISO-Standards: ODA/ODIF (kurz ODA), SGML und EDIFACT. Mehrere Inhouse-Standards (Interscript und Interpress von Xerox, Scribe, DIA von IBM, u.a.) kamen nur am Rande zur Betrachtung, da ihre lokale Verbreitung der Intention eines allgemein benutzten Austauschformates widerspricht. ODA ist ein Standard, der sich langsam in Europa im Bereich von Büroinformationssystemen durchsetzt und von zahlreichen namhaften Computerherstellern (ECMA) gefördert und getragen wird. SGML hingegen findet vor allem im Sektor des elektronischen Publizierens im amerikanischen Raum Verwendung und hat dort eine gewisse Popularität erreicht. Der dritte Standard, EDIFACT, definiert Regeln für den elektronischen Geschäftsverkehr bzw. legt die Struktur des korrespondierenden Datenaustauschstromes fest, wobei im Moment lediglich eine beschränkte Anzahl von Geschäftsbriefklassen zur Verfügung steht (Rechnungen, Lieferscheine, Bestellungen).

Nach sorgfältiger Evaluierung dieser Standards gemäß dem Anforderungskatalog einer Dokumentanalyse fiel die Entscheidung auf den ODA-Standard. Das Architekturmodell von ODA definiert zwei verschiedene, sich jedoch ergänzende Sichten (Strukturen) auf ein Dokument, die logische Sicht einerseits und die Layoutsicht andererseits. Die Layoutstruktur eines Dokumentes wird festgelegt durch eine hierarchische Anordnung von geschachtelten rechteckigen Layoutblöcken und umfaßt Seiten, Frames, Textblöcke (Zeilen, Worte), Graphikblöcke etc. Demgegenüber steht die logische Struktur, die den logischen Aufbau aus semantisch kognitiven Einheiten eines Dokumentes widerspiegelt. Beispielsweise besteht ein Geschäftsbrief i.a. aus den logischen Einheiten „Absender“, „Empfänger“, „Datum“, „Betreff“, „Briefrumpf“ usw. Weiterhin unterscheidet ODA sowohl auf Layout- als auch auf Logikseite zwischen generischen Strukturen (Beschreibung einer konkreten Dokumentklasse, z. B. Geschäftsbrief) und spezifischen Strukturen (auf Instanzenebene). Bedeutungstragende Inhaltsteile eines Dokumentes (content portions), z.B. ASCII-Text oder Graphik, werden den

spezifischen Layout- und Logikobjekten zugeordnet. Bild 1 veranschaulicht die Sichtweise auf einen in ODA repräsentierten Geschäftsbrief.



**Bild 1:** ODA-Sichtweise eines Geschäftsbriefes (vereinfacht).

Die Wahl fiel vor allem auch deshalb auf ODA, da für die Bildanalysealgorithmen der Texterkennung im ALV-System die Repräsentation von Layoutstrukturen essentiell ist. Alle o. a. Standards beziehen sich im wesentlichen auf eine Modellierung der logischen Struktur einer Dokumentklasse, insbesondere SGML, und legen ein Austauschformat fest. EDIFACT wurde schließlich herangezogen, um das Logikstrukturmodell häufig vorkommender Briefklassen des Geschäftsverkehrs zu erstellen.

Die Anforderungen des ALV-Systems führten zu einer Erweiterung des ODA-Architekturmodells um Wissensquellen, sog. knowledge sources, die die Dokumentanalyse steuern und den logischen Objekten angeheftet werden. Beispielsweise syntaktisches Wissen in Form von Grammatiken (z. B. Grammatik für Adressen), lexikalisches Wissen (logische Wörterbücher), Segmentierungswissen (Abstandsparameter), geometrisches Wissen (Regeln zur Lage und Gestalt von Logikobjekten) und konzeptuelles Wissen zur Klassifikation von Geschäftsbriefen. Nach der letzten sorgfältigen Evaluierung existierender Standards und der daraus resultierenden Wahl von ODA (Office Document Architecture), erfolgte die Definition eines Layoutstrukturmodells für Geschäftsbriefe, das zur Layoutextraktion und Segmentierung genutzt wird. Die bereits implementierten Segmentierungsverfahren wurden dahingehend umgestellt, daß sie auf diesem Modell arbeiten. In diesem Zusammenhang wurde das von den Verfahren benutzte Wissen in das Layoutmodell verlagert, was unter anderem bei gemeinsam verwendeten Wissensarten, wie etwa Abstandstoleranzen, von Vorteil ist. Zudem wurde begonnen, die logische Struktur von Briefen zu erschließen sowie eine erste Klassifikation der Briefe (Angebot, Bestellung, Rechnung) modellbasiert anzugehen. Zur Identifikation von logischen Objekten (Absender, Empfänger, Datum, Betreff, Rumpf etc.) wurde ein geometrischer Entscheidungsbaum implementiert (vgl. Abschnitt 1.3.1.2). Eine detaillierte Beschreibung des ALV-Dokumentenarchitekturmodells findet sich im DFKI-Technical Memo TM-91-14.

### 1.3.1.2. Strukturanalyse

Die Strukturanalyse hat die Aufgabe, die Layoutstruktur aus Dokumentbildern zu extrahieren und sie anschließend mit wissensbasierten Methoden zu klassifizieren. Diese Aufgabe ist eine grundlegende Problemstellung im Projekt ALV, da von ihrer Lösung alle nachfolgenden

Verarbeitungsschritte positiv oder negativ beeinflußt werden. Die Brauchbarkeit von Segmentierverfahren hängt einerseits in entscheidender Weise von der Qualität der erzielten Ergebnissen ab und andererseits von der damit verbundenen Komplexität hinsichtlich Speicherplatz und Zeitbedarf.

Zentral für die Realisierung dieses Arbeitspaketes war die Evaluation existierender Segmentieralgorithmen hinsichtlich ihrer Einsetzbarkeit. Als Konsequenz wurden unterschiedliche Verfahrensweisen der Dokumentbildsegmentierung implementiert. Zusätzlich wurden eigene Ansätze auf dem Rechner realisiert. Alle Verfahren wurden miteinander verglichen sowie wenn möglich weiterentwickelt und in einen Systemkern integriert, der alle Verfahren für die Segmentieraufgabe zur Verfügung stellt.

Um den Umfang dieses Arbeitspaketes in überschaubarem Rahmen zu halten, beschränkt sich die Segmentierung, wie im Projektantrag bereits avisiert, auf gedruckte Texte. Trotz dieser Beschränkung benötigt die Segmentierung extrem hohe Verarbeitungszeiten, die im Minutenbereich liegen und im wesentlichen von der Anzahl der zu verarbeitenden Bildpunkte abhängen.

Aufgrund der Zeitrestriktionen von etwa einem halben Jahr wurden für diese Aufgabe primär Verfahren aus der Literatur aufgegriffen und in die bestehende Workstation-Umgebung übertragen.

Generell unterscheidet man bei der Segmentierung zwischen zwei grundlegend verschiedenen Verfahrensweisen. Die *Top-down*, oder auch wissensbasierte Methode, welche Wissen über die Struktur eines Dokuments voraussetzt. Dieses Verfahren zerlegt ein Dokument erst in größere Blöcke, unterteilt diese wieder, usw. Im Gegensatz dazu arbeitet die *Bottom-up* Methode *datengesteuert*, indem sie aus kleinen Zusammenhangsgebieten schwarzer Bildpunkte sukzessiv größere Strukturen zusammenbaut. In der Praxis werden beide Verfahren zumeist kombiniert verwendet. Typische Top-down Ansätze sind das sogenannte Recursive Projection Profile Cuts-Verfahren und der Run-Length Smearing Algorithmus (RLSA).

Beide Verfahren wurden innerhalb dieses Arbeitspaketes implementiert, wobei gleichzeitig Optimierungen vorgenommen wurden. Ein Schwachpunkt bei beiden Verfahren ist ihre Abhängigkeit von Schriftgrößen und -abständen, die über Parametervorgaben zu beschreiben sind. Dies ist zum einen umständlich und zum anderen unflexibel, da man im allgemeinen Dokumente mit unterschiedlichen Schriftgrößen analysieren möchte. In diesem Bereich wird daher noch an Verbesserungen gearbeitet.

Um eine Zeichenerkennung möglich zu machen, wird die Segmentierung bis auf kleinste Schwarzpixelbereiche, sogenannte Zusammenhangsgebiete, durchgeführt. Hierzu wurden auch wieder zwei existierende Verfahren und eine Eigenentwicklung verglichen, um ein optimales Ergebnis zu erhalten. Somit sind die Grundlagen für eine Textanalyse des gesamten Dokuments geschaffen.

Es ist durchaus denkbar, daß bei Wahl einer anderen Darstellungsform für die programminterne Repräsentation eines Dokuments der Zeitbedarf gesenkt werden kann. Beispielsweise könnte anstatt mit einer Bitmatrix ein Dokument mit seinen 0-1 (weiß-schwarz) Übergängen bzw. 1-0 (schwarz-weiß) Übergängen dargestellt werden.

Neben den vorgenannten Segmentierungsverfahren wurden auch Verfahren zur Erkennung von Neigungswinkeln sowie ihrer Beseitigung, implementiert. Erfahrungen zeigen, daß Drehwinkel bis zu 5° relativ häufig sind (durch ungenaues Auflegen der Vorlage auf den Scanner oder auch schon schräg beschriftete Dokumente). Dies beeinflußt die Ergebnisse der Segmentierung negativ und macht eine vorherige Beseitigung erforderlich.

### 1.3.1.3. Identifikation einfacher logischer Objekte (Logical Labeling)

Der Begriff *Logical Labeling* beschreibt die Analyse der physikalischen Präsentation (Layoutstruktur) eines Dokumentes mit dem Ziel, einzelnen oder Mengen von Layoutobjekten eine Bedeutung (logisches Objekt) zuzuordnen; beispielsweise um die fünf zusammenhängenden Zeilen im oberen Drittel der rechten Hälfte eines Briefes als die

Empfängeradresse zu identifizieren. Dieser Vorgang stellt einen wichtigen Schritt innerhalb der Dokumentbildanalyse dar und bildet die Grundlage für eine erwartungsgesteuerte Analyse von logischen Objekten, z.B. zur Verfeinerung einer Empfängeradresse in Namensteile und Anschrift durch den gezielten Einsatz von Wortsammlungen (Dictionaries).

Im Projekt ALV wurde ein ursprünglich an der Universität Stuttgart entwickelter Ansatz aufgegriffen. Er basiert auf einer speziellen Betrachtungsweise der Anordnung logischer Objekte auf einer Briefseite. Die spezifische Layoutobjekte eines Dokuments, wie etwa Spalten, Abschnitte oder Zeilen werden durch ihre Position und Ausdehnung als rechteckige Bereiche beschrieben. Die Ausrichtung der Bereiche ist horizontal und vertikal. Die Orientierungen entsprechen den Randverläufen einer Dokumentseite.

Zur Beschreibung der Anordnung logischer Objekte auf einer Seite wird diese als Rechteck betrachtet und mittels horizontaler und vertikaler Schnitte in kleinere Rechtecke geteilt. Dabei werden die Schnitte so auf der Seite plaziert, daß sie keine Text-, Graphik- oder Bildteile zerschneiden. Das Verfahren wird rekursiv auf die entstandenen Rechtecke angewandt und damit werden Teilmengen von Layoutobjekten schrittweise isoliert. Sobald ein Rechteck schließlich nur noch Blockstrukturen enthält, die zu ein und demselben Logikobjekt gehören, wird das Rechteck mit der entsprechenden logischen Marke gekennzeichnet, die ein logisches Objekt beschreibt. Durch die Zerschneidung eines Dokuments durch Schnitte mit bestimmter *Reihenfolge*, *Orientierung* und *Position* und der Markierung der entstehenden Bereiche kann jedes auftretende Briefmuster beschrieben werden.

Alle Muster werden in einem sogenannten Geometriebaum gesammelt und schrittweise abstrahiert. Das Ergebnis stellt eine Spezialisierungshierarchie dar an deren Wurzel die allgemeinste Briefklasse und an deren Blättern spezielle Anordnungsmuster logischer Objekte beschrieben sind.

Zusätzlich zu dieser globalen Beschreibung der möglichen Anordnungen von Objekten, können logische Objekte in sich geometrisch beschrieben werden. Dazu werden Regeln an jedes generische logische Objekt angehängt. Sie beinhalten Ergebnisse einer statistischen Untersuchung von logischen Objekten in 190 Geschäftsbriefen basierend auf geometrischen Eigenschaften. Jede Eigenschaft ist aufgrund ihres Vorkommens mit einem Wahrscheinlichkeitswert behaftet. Für einen Empfänger sehen diese geometrischen Regeln z.B. wie folgt aus:

Geom. Eigenschaft	Regel	MB	MD
vertical_origin	$0 \leq \text{vertical\_origin} \leq 0.25$	0,89	
	$0.25 < \text{vertical\_origin} \leq 0.33$	0,10	
	$0.33 < \text{vertical\_origin}$		0,99
number_of_lines	number_of_lines < 4		0,95
	$4 \leq \text{number\_of\_lines} \leq 6$	0,92	
	number_of_lines = 7	0,02	
	number_of_lines > 7		0,99

Insgesamt sind momentan 12 logische Objekte anhand von 11 geometrischen Eigenschaften beschrieben.

Die Wahrscheinlichkeiten der statistischen Untersuchung werden, je nachdem ob sie zur Bestätigung oder zur Ablehnung dienen, als *measure of belief* (MB) oder als *measure of disbelief* (MD) während der Analyse angewandt. Die Werte für MBs und MDs sind definiert zwischen den Schranken 0 und 1. Die Werte in den oben angegebenen Beispielen sind als

Durch Anwendung einer *hypothesize & test* Strategie wird die spezifische Layoutstruktur eines gegebenen Dokuments geometrisch analysiert. Dies geschieht durch eine *uniform-cost* Suche eines Pfades von der Wurzel (allgemeines Muster) zu einem Blatt (spezielles Muster) im *Geometriebaum*. Die logischen Marken an einzelnen Bereichen eines Musters werden bei dieser Suche als Hypothesen für ein möglicherweise enthaltenes logisches Objekt interpretiert. Als Konsequenz werden die in diesem Bereich enthaltenen spezifischen Layoutobjekte mit den geometrischen Regeln der Logikobjektklasse verglichen und ein Ähnlichkeitsmaß ermittelt.

Als Ergebnis liefert das Verfahren eine spezifische logische Struktur eines Geschäftsbriefes, die als Grundlage für eine erwartungsgesteuerte Texterkennung und -analyse dienen soll.

#### 1.3.1.4. Texterkennung

Unter *Texterkennung* wird in ALV die Transformation abgetasteter Textbilder in eine symbolische Darstellung wie z.B. ASCII Wörtern verstanden. Als Eingabe für eine solche

beschriebenes Analysewissen ist in Form von Regeln als Wissensportionen im Dokumentenmodell mit der entsprechenden Logikklasse "Empfängeradresse" assoziiert. In den Regeln spiegeln sich geometrische Aspekte vom Aufbau einer Adresse wider. So etwa, daß sich zwischen der Straßenzeile und der Ortszeile oftmals eine Leerzeile befindet, oder daß die Kürze der Anredezeile ein prägnantes Merkmal ist. Unter Verwendung dieses Wissens wird im Analysevorgang eine verfeinerte spezifische Logikstruktur von "Empfängeradresse" anhand der generischen Logikstruktur aufgebaut.

In der spezifischen Logikstruktur der Empfängeradresse ist dann eine hypothetische Zuordnung von den Logikobjekten, z.B. Postleitzahl oder Ort, zu spezifischen Layoutobjekten realisiert. Die Layoutobjekte ihrerseits sind mit Bereichen im Dokument verbunden, deren Inhalt noch in Pixeldarstellung vorliegt. Nach der Verbindung von Nachname in der Empfängeradresse mit den Layoutobjekten besteht anschließend die Möglichkeit, eine erwartungsgesteuerte Texterkennung durchzuführen. Das heißt, die Texterkennungskomponente kann davon ausgehen, daß in jedem als Ort hypothetisierten Layoutobjekt stets ein Ortsname enthalten ist. Dieses Vorgehen führt zu einer verbesserten und beschleunigten Texterkennung.

### 1.3.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

#### DFKI-interne Kontakte:

- ARC-TEC

In den Projekten ARC-TEC und ALV soll natürlichsprachlicher Text partiell analysiert und repräsentiert werden, wobei bestimmte Textbereiche mehr interessieren als andere. Es erfolgt keine vollständige syntaktische und semantische Analyse des Textes; eine Beschränkung auf relativ kleine Textteile dürfte den jeweiligen Anforderungen genügen. Naheliegender ist eine partielle syntaktische Analyse von aufgegliederten Sätzen.

Hierzu sollen Methoden aus dem Information Retrieval verwendet werden, so z.B. eine Schlüsselwortsuche aufbauend auf assoziativer Indexierung. Auf diese Art werden gezielt relevante Textstellen ausgewählt. In diesem Bereich fand bereits reger Informations- und Erfahrungsaustausch statt.

Im Bereich der syntaktischen Analyse wurden gemeinsam Überlegungen zum Einkauf eines Parsers gegenüber eigener Entwicklung in diesem Bereich besprochen. Die speziellen Bedürfnisse und Vorgehensweisen der Projekte, etwa hinsichtlich einer erwartungsgesteuerten Analyse, sprechen eher für eine eigene Entwicklung. Auch die Wichtigkeit der Dekontextualisierung bzw. Anapherresolution, die von vorhandenen Parsers - wenn überhaupt - nur unzulänglich gelöst wird, legt dies nahe.

Ein weiterer Ansatzpunkt für gemeinsame Betätigung wird derzeit bei der Modellierung des Gesamtsystems einerseits und der - u.a. für das Information Retrieval notwendigen - Konzeptualisierung von domänenspezifischen Modellen gesehen.

Bei gemeinsamen Treffen wurde u. a. klar, daß zwar inhaltlich eine weitere Zusammenarbeit fruchtbar, die konkrete Nutzung von Ergebnissen und Teilsystemen jedoch recht schwierig sein wird. Die von A-TEC besorgten und getesteten Information-Retrieval-Tools LSI und SuperBook lieferten für ALV eine Reihe von Ideen und Ansätzen. Da die Systemarchitektur von ALV eine starke Rückkopplung aller Analysekomponenten vorsieht, wird hinsichtlich eines syntaktischen Parsers inzwischen eine Eigenentwicklung angestrebt. Deshalb bleibt in diesem Bereich eine weitere Zusammenarbeit mit A-TEC auf die konzeptuelle Ebene beschränkt. An eine gemeinsame Implementierung kann wegen der Diskrepanz der Anforderungen nicht gedacht werden.

Gemeinsam mit dem R-Teil des Projektes ARC-TEC wurde eine Aufgabe für das KI-Grundpraktikum an der Universität Kaiserslautern eingebracht. Dabei handelt es sich um den Entwurf von Grammatiken mithilfe der Grammatikentwurfsumgebung D-PATR, welche in beiden Projekten Anwendung findet. In der ersten Teilaufgabe soll die Erkennung von



Werkstücken (Drehteile, wie sie in ARC-TEC behandelt werden) in einer symbolischen Repräsentation durchgeführt werden. Gegenstand der zweiten Teilaufgabe ist die Behandlung syntaktisch einfacher deutscher Sätze, wobei primär Kongruenzen von Person, Numerus, Genus und Kasus überprüft werden, sekundär aber auch Verbvalenzen berücksichtigt werden sollen.

#### • DISCO

Das von DISCO zur Verfügung gestellte morphologische Werkzeug X2MORF wurde hinsichtlich einer Einbindung in das ALV-System untersucht. Die bereits in den Gesprächen mit Mitarbeitern des Projektes DISCO zur Sprache gekommene Anpassung zur Behandlung unvollständiger Wortformen wurde dabei konsequent durchdacht, wobei auch eine Interaktion mit der Texterkennung in Betracht kommen könnte. Dazu wären z. T. größere Eingriffe in den Parser von X2MORF vorzunehmen. Da bisher noch MORPHIX zur Lemmatisierung benutzt wird, liegen hierzu nur theoretische Ergebnisse vor.

#### • SIW

Sehr enge inhaltliche Zusammenarbeit bestand mit dem Projekt SIW, das von der DLR e.V. in Braunschweig am DFKI in Auftrag gegeben wurde und im Juni '91 ausgelaufen ist. Das Ziel in diesem Projekt war der Aufbau einer interaktiv zu benutzenden Wissenbank. Zum einen sollte unter Verwendung des Hypermediasystems KMS eine geeignete Strukturierung der Wissenbank entwickelt werden. Zum anderen war zu untersuchen, wie und in welchem Umfang existierende Papierdokumente in eine entsprechende symbolische Repräsentation ueberführt werden können. In diesem Problemfeld sind, genau wie in ALV, Fragen der Modellierung von Dokumentstrukturen sowie der Repräsentation strukturierter Dokumente und deren Analyse zu behandeln. Dabei wurde ein gemeinsames Vorgehen in Bezug auf eine hierarchische, objekt-orientierten Dokumentmodellierung und Dokumentenrepräsentation verfolgt.

#### • WIDAN

Die Forschungsschwerpunkte in dem Kooperationsprojekt WIDAN befassen sich mit:

- der Trennung von Text- und Nichttextbereichen in binären Dokumentbildern,
- der Kombination von Bewertungen, die von mehreren Spezialisten resultieren, und
- der Dokumentrepräsentationssprache FRESCO.

~~Über eine mit funktionierende Möglichkeit der Trennung und Klassifikation von Text- und~~

Nichttextbereichen können erhebliche Qualitätssteigerungen für die Strukturanalyse erreicht werden. Deshalb werden in den Überlegungen und Ansätzen, welche in WIDAN entwickelt werden sollen, diejenigen Anforderungen berücksichtigt, die sich hinsichtlich der Strukturanalyse von ALV ergeben.

Die Komplexität der Dokumentanalyse erfordert die Unterteilung der Gesamtaufgabe in kleinere, weniger komplexe Teilaufgaben. Für jede Teilaufgabe müssen evtl. mehrere Spezialisten entwickelt werden, die unabhängig voneinander agieren sollten. Typische Anwendung im Projekt WIDAN ist die Zeichenerkennung, bei der Klassifikatoren unterschiedliche Zuständigkeitsbereiche haben: ein Klassifikator unterscheidet zwischen großen und kleinen Zeichen, ein anderer klassifiziert das Eingabebild und ein dritter stellt den Wortkontext bereit. Diese Strategie soll ins ALV Projekt übertragen werden. Entsprechend soll eine Kontrollstrategie entwickelt werden, die, in Bezug auf eine globale Systemsteuerung, den Einsatz verteilter und autonomer Spezialisten übernimmt (Strukturanalyse, logische Klassifikation, Texterkennung, syntaktische und semantische Textanalyse).

Auch hinsichtlich der Erstellung des oben angesprochenen Dokumentarchitekturmodells gibt es eine enge Zusammenarbeit zwischen den Projektgruppen von ALV und WIDAN. Obwohl sich WIDAN auf die Verbesserung und Erweiterung der bei Daimler-Benz entwickelten Repräsentationssprache FRESCO konzentriert, werden Konzepte für der Modellierung von

- **WIP**

Im Juli 1991 wurde von WIP eine neue Version der morphologischen Komponente MORPHIX bereitgestellt, die seither in ALV eingesetzt wird. Die Lexika des Systems wurden um für das Projekt relevante Lemmata, die hauptsächlich Geschäftsbriefen entstammen, erweitert. Das System wurde mit diesen Testbriefen ausgiebig erprobt. Die Behandlung unvollständiger Eingabewörter erfolgte hierbei durch vorgeschaltete Komponenten, so daß ein Eingriff ins Programm bisher nicht nötig war.

Kontakte außerhalb des DFKI:

- **Lehrstuhl Compilerbau/Software-Engineering**

Eine Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Software Engineering an der Universität Kaiserslautern führte zum Erfolg. Ein für das 4th Symposium on Artificial Intelligence in Cancun, Mexiko, eingereichtes Papier wurde zur Veröffentlichung akzeptiert, ebenso ein Papier zur Fourth International Conference on Software Engineering and its Applications, Toulouse, Frankreich. Somit haben sich die Arbeiten im Bereich der Repräsentation und Verarbeitung von zeitlichen Informationen im Kontext der rechnerunterstützten Softwareproduktion gelohnt. Innerhalb von ALV steht eine entsprechende Integration innerhalb der Textanalyse noch aus. Inwieweit die zeitlichen Restriktionen noch berücksichtigt werden können, ist jedoch offen. Das gemeinsam entwickelte System, das als Basis eine kalendarisch-chronologische Einheit besitzt und sowohl mit quantitativer als auch qualitativer zeitlicher Information umgehen kann, bietet aber eine gute Grundlage für eine erfolgreiche Einbettung.

- **Lehrstuhl Datenbanksysteme**

Die Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe Wissensverwaltungssysteme am Lehrstuhl Datenbanken wurde auch 1991 bis zum Weggang von Herrn Dr. Nelson Mattos fortgesetzt. Als ein Ergebnis wurde ein Papier verfaßt, das die wissenschaftlichen Schwerpunkte der Kooperation beschreibt. Dieses Papier wurde zur Publikation auf dem 4th International Symposium on Artificial Intelligence angenommen und ist in den entsprechenden Proceedings abgedruckt.

- **Kooperationstreffen "Dokumentanalyse und Handschriftenerkennung" mit Siemens/SNI**

Am 9. und 10. Dezember wurde am DFKI in Kaiserslautern ein Treffen mit Forschern der Firma Siemens und SNI durchgeführt. Ziel des Gesprächs war die Ausarbeitung gemeinschaftlicher Themenschwerpunkte für potentielle zukünftige Kooperationen innerhalb der ALV-Problemstellung.

- **Workshop "Dokumentverarbeitung" mit dem FAW, Ulm**

Am 12. und 13. Dezember 1991 fand in Ulm ein Arbeitstreffen mit dem Forschungsinstitut für Angewandte Wissensverarbeitung (FAW) statt. Beteiligt daran waren das Projekt ALV und der Bereich "Büroinformationssysteme" unter der Leitung von Dr. D. Karagiannis. DFKI und FAW gehören beide der Arbeitsgemeinschaft deutscher KI-Institute (AKI) an. Während des Treffens wurden in zahlreichen Vorträgen aktuelle Forschungsthemen der Dokument- und Sprachverarbeitung vorgestellt. Darüberhinaus kam es zur Erörterung gemeinsamer Interessenschwerpunkte und zukünftiger Aktivitäten.

- **Besuch des Forschungszentrums Daimler-Benz, Ulm**

Am 12. Dezember 1991 führte Thomas Bayer, Forschungszentrum Daimler-Benz, im Rahmen eines Treffens sein Dokumentrepräsentationssystem FRESCO vor. Daimler-Benz unterstützt zur Zeit das WIDAN-Kooperationsprojekt mit ALV.

### **1.3.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen**

Veröffentlichungen:

- T. Bayer und A. Dengel, *International Workshop on Syntactic & Structural Pattern Recognition*, Tagungsbericht, KI 2 (1991), Oldenbourg Verlag, Juni 1991, S. 41-42
- R. Bleisinger, P. Knauber, W. Schramm & M. Verlage, *Software Process Description and Enactment Considering Temporal Constraints*, Proc. Fourth Intl. Symposium on AI, Cancun, Mexico, November 1991
- R. Bleisinger, *TEMPO - Ein Integrierter Ansatz zur Modellierung Qualitativer und Quantitativer Zeitlicher Information*, Proc. GWAI-91 (German Workshop on Artificial Intelligence), Bonn, September 1991
- R. Bleisinger, R. Hoch & A. Dengel, *ODA-based modeling for document analysis*, DFKI Technical Memo TM-91-14, German AI Research Center (DFKI), Kaiserslautern, November 1991, 14 pages
- R. Bleisinger, R. Hoch & A. Dengel, *ODA-based modeling for document analysis*, DFKI Technical Memo TM-91-14, German AI Research Center (DFKI), Kaiserslautern, November 1991, 14 pages
- A. Dengel, *Der Computer erlernt das Lesen*, UNI-Spectrum No. 2, 1991, Universität Kaiserslautern, April 1991, S. 32-35
- A. Dengel, *Wirklichkeit und Wunschdenken - Menschliche Wahrnehmung und maschinelles Sehen*, in: H. Zankl (ed.), Themen aus der Wissenschaft 4 (1991): Wissenschaftliche Aspekte der Künstlichen Intelligenz, Universität Kaiserslautern, Mai 1991, S. 55-70
- A. Dengel & N.M. Mattos, *The Use of Abstraction Concepts for Representing and Structuring Documents*, DFKI Research Report RR-91-17, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), Kaiserslautern, July 1991, 17 pages

- A. Dengel, *Self-Adapting Structuring and Representation of Space*, DFKI Research Report RR-91-22, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), Kaiserslautern, September 1991, 27 pages
- A. Dengel, *Object-oriented Representation of Image Space by Puzzletrees*, Proc. VCIP'91 (6th Intl. Conf. on Visual Communication & Image Processing), Boston, MA, November 1991
- A. Dengel, *Puzzletrees: A Approach for Self-Adapting Structuring of Space Using Puzzletree-Encoding*, Proc. Fourth Intl. Symposium on AI, Cancun, Mexico, November 1991
- F. Hönes, E.-G. Haffner, F. Fein & A. Dengel, *A Hybrid Approach for Document Image Segmentation and Encoding*, Proc. ICDAR '91 (1st Intl. Conf. on Document Analysis and Recognition), St. Malo, France, Sept./Oct. 1991
- N.M. Mattos & A. Dengel, *The Role of Abstraction Concepts and Their Built-In Reasoning in Document Representation and Structuring*, Proc. Fourth Intl. Symposium on AI, Cancun, Mexico, November 1991
- W. Schramm, M. Verlage, P. Knauber & R. Bleisinger, *Software Process Enactment Based on Object-Oriented Description*, Proc. Fourth Intl. Conference on Software Engineering and its Applications, Toulouse, France, December 1991
- J.C. Weber, A. Dengel & R. Bleisinger, *Theoretical Consideration of Goal Recognition Aspects for Understanding Information in Business Letters*, DFKI Technical Memo TM-91-05, German Research

Vorträge:

- R. Bleisinger, *TEMPO - Ein Integrierter Ansatz zur Modellierung Qualitativer und Quantitativer Zeitlicher Information*, GWAI-91, Bonn, September 1991
- R. Bleisinger, *Software Process Description and Enactment Considering Temporal Constraints*, Fourth Intl. Symposium on Artificial Intelligence, Cancun, Mexico, November 1991
- R. Bleisinger, *ALV-Dokumentenarchitekturmodell*, Workshop Dokumentverarbeitung, FAW, Ulm, Dezember 1991
- A. Dengel, *Forschungsschwerpunkte am DFKI*, SIL-Tagung "Künstliche Intelligenz", Kaiserslautern, Januar 1991
- A. Dengel, *Intelligente Bürosysteme*, Einladungsvortrag, 3. Saarbrückener GI-Workshop "Der EDV-Arbeitsplatz in der Justiz", Saarbrücken, März 1991
- A. Dengel, *Vom automatischen Buchstabieren zum automatischen Lesen*, Informatik Kolloquium, IAM, Universität Bern, Schweiz, Juni 1991
- A. Dengel, *Forschungsschwerpunkt Papier-Computer-Schnittstellen am DFKI*, Siemens-Nixdorf-Informationssysteme, München, September 1991
- A. Dengel, *Aspects of Automatic Reading and Comprehension*, German-Israeli Workshop on Artificial Intelligence, Parallel Processing, Neuroinformatics, Kaiserslautern, Oktober 1991
- A. Dengel, *Object-oriented Representation of Image Space by Puzzletrees*, VCIP'91, 6th Intl. Conf. on Visual Communication & Image Processing, Boston, MA, November 1991
- A. Dengel, *How to build New Generation Reading Machines*, Einladungsvortrag, AT&T Bell Labs, Murray Hill, NJ, November 1991
- A. Dengel, *The Role of Abstraction Concepts and Their Built-In Reasoning in Document Representation and Structuring*, Fourth Intl. Symposium on Artificial Intelligence, Cancun, Mexico, November 1991
- A. Dengel, *An Approach for Self-Adapting Structuring of Space Using Puzzletree-Encoding*, Fourth Intl. Symposium on Artificial Intelligence, Cancun, Mexico, November 1991
- A. Dengel, *How to build New Generation Reading Machines*, Einladungsvortrag, Information Science Research Institute, University of Nevada, Las Vegas, November 1991
- A. Dengel, *How to build New Generation Reading Machines*, Einladungsvortrag, Stanford University, CA, November 1991
- A. Dengel, *How to build New Generation Reading Machines*, Einladungsvortrag, Xerox Palo Alto Research Center, Palo Alto, CA, November 1991
- A. Dengel, *Aspects of Automatic Reading*, Einladungsvortrag, Intl. Computer Science Institute (ICSI), University of Berkeley, CA, November 1991
- A. Dengel, *How to build New Generation Reading Machines*, Einladungsvortrag, IBM Almaden Research Center, San Jose, CA, November 1991
- A. Demmel, *Interpretation deutscher Zeitausdrücke*, Diplomarbeit, Juli 1991
- F. Fein, *ALV-Systemarchitektur*, Workshop Dokumentverarbeitung, FAW, Ulm, Dezember 1991
- R. Hoch, *Techniken des Information Retrievals für die Dokumentanalyse*, Workshop Dokumentverarbeitung, FAW, Ulm, Dezember 1991
- F. Hönes, *Automatisches Lesen und Verstehen*, Besuch von Herrn Dr. Reuse vom BMFT am DFKI, Kaiserslautern, Juni 1991
- F. Hönes, *Wissensbasierte Dokumentanalyse*, Besuch von Herrn Dr. Reuse vom BMFT am DFKI, Saarbrücken, Juni 1991
- F. Hönes, *ALV und WIDAN - Dokumentanalyse am DFKI*, Workshop Dokumentverarbeitung, FAW, Ulm, Dezember 1991
- M. Malburg, *Parsing-Strategien für die Dokumentanalyse*, Workshop Dokumentverarbeitung, FAW, Ulm, Dezember 1991
- Reiner Stürmer, *Wissensbasierte Layoutinterpretation für stark strukturierte Texte*, Diplomarbeit, Dezember 1991

Veranstaltungen:

Demonstration der Büroinformationssysteme HYPERBIS anlässlich der GI-Tagung 1991 - Der EDV-Arbeitsplatz in der Justiz, März 1991

#### 1.3.4. Personalia

Das ALV-Projekt wurde zum 1. April 1991 um einen dritten Mitarbeiter verstärkt. Dipl.-Inform. Rainer Hoch kam vom Institut für Integrierte Publikations- und Informationssysteme (IPSI) der GMD in Darmstadt ans DFKI. Zwei weitere Mitarbeiter kamen zum 1. Juli 1991 hinzu. Dipl.-Inform. Rainer Bleisinger wechselte vom Projekt SIW, das zum 30. Juni 1991 auslief, nach ALV. Zum gleichen Termin vervollständigte Dipl.-Inform. Michael Malburg die Arbeitsgruppe.

Zum 31. Dezember bestand die ALV-Gruppe aus:

Dr. Andreas Dengel (Leiter)	(0631-205-3215)
Dipl.-Inform. Rainer Bleisinger	(0631-205-3216)
Dipl.-Inform. Frank Fein	(0631-205-3503)
Dipl.-Inform. Rainer Hoch	(0631-205-3584)
Dipl.-Inform. Michael Malburg	(0631-205-3585)

## 1.4. 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.

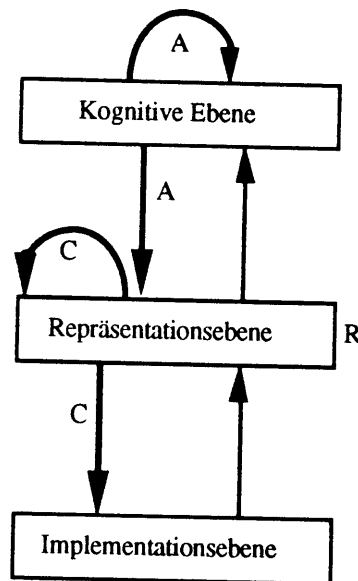


Abb. 1: Zwischen der Wissensäußerung und ihrer maschinellen Verwendung sind mehrere Transformationen durchzuführen (→ - Pfeile). Diese gehen in Richtung einer stärkeren Strukturierung innerhalb der Ebenen und in Richtung von der kognitiven über die formale zur effizient verarbeitbaren Form.

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

### 1.4.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Für ganz ARC-TEC ist festzustellen, daß die meisten Lücken zwischen den einzelnen Teilen geschlossen wurden. An durchgängigen Beispielen, die sich über alle drei Teile hinstrecken, kann jetzt gezeigt werden, wie die Vorgehensweisen in den einzelnen Teilen methodisch sowie softwaremäßig zusammenhängen. Die Übergänge zwischen den einzelnen Arbeitspaketen sind softwaremäßig so weit realisiert, wie es der Arbeitsplan vorsieht. Auch bezüglich der einzelnen Arbeitspakete wurden sowohl die Meilensteine wie auch die intern gesetzten Teilziele erreicht.

#### 1.4.1.1. Teilprojekt A: Wissensakquisition

Dem Projektplan entsprechend wurden in dem ersten Halbjahr 1991 hauptsächlich die Arbeiten an dem K-Tool fortgeführt. Nach der im letzten Jahresbericht beschriebenen Vorphase wurde nun die Entwicklung des K-R-Tools ebenso als Hauptaufgabe aufgenommen. Die Ergebnisse dieser Arbeiten wurden in mehreren Berichten und Veröffentlichungen dokumentiert, die sich in folgender Weise zusammenfassen lassen:

Vergleichsweise umfangreiche Einsätze des bisher implementierten K-Tools [23, 38] zeigten, daß eine weitere Dekomposition der Wissenserhebungsaufgabe erforderlich ist, um die Komplexität der maschinenbaulichen Planungsaufgaben bewältigen zu können. Entsprechend dieser Befunde wurde dann das Wissenserhebungstool COKAM (case-oriented knowledge acquisition method from text), das eine Komponente des K-Tools ist, weiterentwickelt [28, 46]. Das Case-Experience Combination System oder CECoS [Bergmann 91], das die zweite Komponente des K-Tools darstellt, wurde geprüft, indem es zur exemplarischen Bestimmung von Problemklassen für Fertigungsaufgaben des Maschinenbaus eingesetzt wurde [Tschaitshian 91]. Mit den in diesem Halbjahr begonnenen Arbeiten an dem K-R-Tool konnte gezeigt werden, auf welche Weise für die einzelnen Problemklassen in einer komplexen Domäne Skelettpläne erzeugt werden können [Schmalhofer 91a]. Insgesamt wird nun auch in den Einzelheiten erkennbar, wie durch die integrative Wissenakquisition [Schmalhofer 91b, Schmalhofer 91c] aus Texten, Fällen und Expertenurteilen eine Wissensbank aufgebaut werden kann.

#### Das K-Tool

Das Tool COKAM wurde nach einer interaktiven Wissenserhebungsmethode entwickelt. Mit

Das Tool COKAM+ wurde dahingehend erweitert, daß semantische Suchverfahren (Latent Semantic Indexing von Bellcore/Morristown USA) zur Unterstützung der Suche nach Wissensseinheiten in Texten eingesetzt werden können. Darüber hinaus wird nun der Aufbau einer Hypertext-artig vernetzten informalen Wissensbasis besser unterstützt [Schmidt 91a].

COKAM+ wurde eingesetzt, um für die verschiedenen, hierarchisch angeordneten Operatorklassen STRIPS-artige Beschreibungen in Form von Vorbedingungen und Konsequenzen zu erheben. Hierzu wurden zuerst die Operationen aus einzelnen Fällen mit Hilfe von Wissensseinheiten aus Texten und dem Erfahrungswissen des Experten erklärt. Übereinstimmende Erklärungseinheiten für die einzelnen Operationen wurden dann den übergeordneten Operatorklassen in der Hierarchie zugeordnet. Dadurch konnte eine vollständige Definition der Hierarchie von abstrakten Operatorklassen aufgestellt werden. Aufgrund dieser Hierarchie können nun mithilfe des Tools SP-GEN Skelettpläne auf unterschiedlichem Abstraktionsniveau generiert werden, die zur Lösung neuer Fertigungsprobleme nach der Methode der hierarchischen Skelettplanverfeinerung [Kuehn 91] eingesetzt werden können.

### Das K-R-Tool

In der Vorphase des K-R-Tools wurde ein EBL-basiertes Verfahren zur automatischen Generierung von Skelettplänen (SPGEN) entwickelt. Dessen Einsatz als Tool wurde dann anhand vereinfachter Fälle überprüft. Nachdem sich dieses Verfahren als geeignet erwiesen hat, wurden mehrere realistische Fälle des Maschinenbaus (Fertigung auf verschiedenen Maschinen, unterschiedliche Werkstoffe und Technologie etc.) erstellt bzw. formal aufbereitet.

Das Skelettplanerzeugungsverfahren besteht aus den folgenden vier Schritten:

1. Die Ausführung des Fertigungsplanes wird simuliert, wobei Erklärungen für die Effekte der einzelnen Operationen konstruiert werden.
2. Die Generalisierung der Erklärungen wird unter Berücksichtigung der Operationalitätskriterien erstellt, so daß das Vokabular zur Definition abstrakter Operatoren eines Skelettplans spezifiziert wird.
3. Eine Abhängigkeitsanalyse der resultierenden Operatoreffekte deckt die substantiellen Interaktionen des konkreteten Planes auf der allgemeineren Ebene des Skelettplanes auf.
4. Die Konzeptbeschreibungen für die abstrakten Operatoren des Skelettplans werden gebildet, indem die wichtigen Bedingungen für jede Operation, die durch die Abhängigkeiten aufgezeigt wird, aufgestellt werden.

Das mit COKAM+ erhobene Wissen liefert das Weltwissen, das zur Simulation der Ausführung des Fertigungsplanes (Schritt 1 von SPGEN) verwendet wird.

Die mit CECoS erhobenen Problemklassen wurden in einer taxonomischen Wissensrepräsentationssprache formal definiert [Reinartz 91].

Das Verfahren zur automatischen Generierung von Skelettplänen (SP-GEN) war zunächst anhand vereinfachter Fälle entwickelt und überprüft worden. Daß damit auch für reale Probleme der Fertigung von Drehteilen adäquate Skelettpläne erzeugt werden können, wurde anhand zweier prototypischer Beispiele aus Katalogen von Werkzeugherstellern gezeigt. Darüber hinaus wurde das Verfahren auch dahingehend erweitert, daß die erzeugten Skelettpläne und deren Anwendungsbedingungen auf einer abstrakteren Ebene dargestellt werden können. Dadurch wird die Generierung allgemeinerer Skelettpläne für verschiedene Problemklassen der Abstraktionshierarchie ermöglicht. Durch die abstraktere Feature-Beschreibungssprache, die nicht mehr an die konkrete Repräsentation des Beispielfalls gebunden ist, sind die erzeugten Skelettpläne und Anwendungsbedingungen zudem leichter verstehbar und überprüfbar.



## R-K-XPL

In den Vorarbeiten zum Arbeitspaket R-K-XPL wurden in einer Praktikumsarbeit [Fuhrmann 91b] die Beziehungen zwischen wissenschaftstheoretischen Erklärungsmodellen und Expertenerklärungen untersucht. In einer Projektarbeit [Birk 91] wurden Verfahren zur Strukturierung und Validierung von erklärungsrelevantem Wissen entwickelt und exemplarisch implementiert.

### 1.4.1.2. Teilprojekt R: Wissensrepräsentation

Übergreifendes Ziel von ARC-TEC Teil R ist die Entwicklung geeigneter Repräsentationsstrukturen für die im Gesamtprojekt notwendigen produktdefinierenden Daten und Wissensinhalte des Ingenieurs. Ergebnis dieser Arbeiten soll das integrierte wissensbasierte Produktmodell IWP sein.

#### Repräsentation von Werkstücken: TEC-REP

Die bereits im letzten Bericht vorgestellte Repräsentation von Werkstücken TEC-REP wurde im Berichtszeitraum erweitert und überarbeitet. Der erweiterte Formalismus ist in dem DFKI-Dokument D-91-07 dokumentiert worden. Das auf dieser Repräsentation aufsetzende Tool zur graphischen Darstellung der symbolisch repräsentierten Werkstücke ist um die Visualisierung erkannter Feature-Strukturen erweitert worden.

#### Spezifikation der Featurerepräsentationssprache FEAT-REP

Die Spezifikation der Repräsentationssprache FEAT-REP zur Darstellung von Features der Produkterstellung wurde fertiggestellt und in dem Research Report RR-91-20 dokumentiert. Diese Repräsentationssprache ist eine frameartige Sprache, die es erlaubt, die speziellen Charakteristika der Features adäquat darzustellen. Zu diesen Charakteristika gehören die Kontextabhängigkeit der Features, Hierarchien über Features, Restriktionen bezüglich Dimension und Technologie der Features, Bildung komplexer Features, Graphen-Natur der Features und die fragmentierte Definition von Features.

Innerhalb der Arbeiten zur Erstellung eines Integrierten Wissensbasierten Produktmodells wurde sichergestellt, daß sich die entwickelte Featurerepräsentationssprache FEAT-REP in den bisher verfolgten IWP-Ansatz integrieren läßt. Wichtige Voraussetzung für diese Integration ist die Verwendbarkeit des erarbeiteten Formalismus in verschiedenen Domänen der Fertigungstechnik und Konstruktion. So bestehen in FEAT-REP prinzipiell die Möglichkeiten, Featurebegriffe aus der Domäne der Drehbearbeitung oder der Domäne der Fräsbearbeitung von Werkstücken wie auch der Konstruktion sinnvoll und den jeweiligen Anforderungen gerecht darzustellen.

#### Implementierung der Featurerepräsentationssprache FEAT-REP

Die Implementierung der Repräsentationssprache FEAT-REP zur Darstellung von Features der Produkterstellung wurde im Berichtszeitraum begonnen. Dabei wird eine Integration der taxonomischen Wissensrepräsentationssprache TAXON mit einer Repräsentationssprache für Graphgrammatiken angestrebt. Neben den Implementierungsarbeiten wurden drei Studienarbeiten des Maschinenbaus ausgegeben, in denen zum einen Features der Fertigung und zum anderen Features der Konstruktion untersucht und gesammelt werden. Die

---

Implementierungsarbeiten inklusive Dokumentation sowie die drei Studienarbeiten werden voraussichtlich im Frühjahr 1992 abgeschlossen sein.

#### Prototyp FEAT-PATR

Die Definition der Repräsentationssprache FEAT-REP basiert auf der in dem Research Report RR-91-20 beschriebenen Analogie zwischen Feature Definitionen und formalen Sprachen mit

demonstriert zum einen die Nützlichkeit der Analogie zwischen (formalen) Sprachen und der geometrischen Interpretation von Werkstücken und zum anderen die Schwächen bestehender Grammatikformalismen für String-Grammatiken zur geometrischen Interpretation von allgemeinen Werkstücken. In dem Technical Memo TM-91-12 ist das System FEAT-PATR dokumentiert worden.

### Spezifikation der Skelettplanrepräsentationssprache SKEP-REP

Die Repräsentationssprache SKEP-REP dient zur Darstellung von Skelettplänen, die den einzelnen Features eines Werkstücks zugeordnet werden können. Im Berichtszeitraum wurde die grundlegende Struktur dieser Sprache spezifiziert, grundlegende Elemente sind die hierarchische Gliederung der Skelettpläne und die Unabhängigkeit der als abgeschlossene Bausteine formulierten Pläne. Die Entwicklung stützt sich dabei sowohl auf die Ergebnisse der vom A-Teil des Projekts durchgeführten Wissenstypdiagnose als auch auf eigene Untersuchungen zu Anforderungen und Brauchbarkeit. Aus der Wissenstypdiagnose resultieren die im von A-Teil und R-Teil gemeinsam bearbeiteten Arbeitspaket R-SPEC formulierten Anforderungen an die Repräsentationssprache.

Die effiziente Verarbeitung, die Auswahl von Verarbeitungsverfahren und vor allem die Integration der Wissensinhalte in einem IWP stehen im Vordergrund der eigenen Forschungen zur formalen Spezifikation der Skelettplanrepräsentationssprache. Die Auswahl der geeigneten Verarbeitungsmechanismen wird in Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern des C-Teils vorgenommen, welche die benötigten Tools entwickeln.

Die Spezifikation der Repräsentationssprache SKEP-REP zur Darstellung von Skelettplänen, die den einzelnen Features eines Werkstücks zugeordnet werden können, konnte im Berichtszeitraum bis zur Implementationsreife fertiggestellt werden. Die Überprüfung der erarbeiteten Formalismen am praktischen Beispiel (u. a. im Rahmen einer Studienarbeit des Maschinenbaus) bestätigten ihre Verwendbarkeit. Gleichzeitig konnten einige Verbesserungsvorschläge erarbeitet werden, die insbesondere eine ausgefeilte Dokumentation und die Verringerung redundanter Ausdrucksmöglichkeiten betreffen.

Für SKEP-REP konnten geeignete Verarbeitungsverfahren spezifiziert werden. Diese Arbeiten führten im Berichtszeitraum zu einer prototypischen Implementierung (s. u.). Im Hinblick auf eine effiziente Verarbeitung wird zur Zeit insbesondere die Klassifizierung der in SKEP-REP formulierten Pläne mit dem Ziel eines effizienten Retrieval untersucht.

### Prototypische Implementierung der Skelettplanverarbeitung: SKIPPY

Im Berichtszeitraum wurde das prototypische System SKIPPY zur Erzeugung von Arbeitsplänen auf der Basis der Featureerkennung und der assoziierten Skelettpläne implementiert. Das System realisiert die Repräsentationssprache SKEP-REP zusammen mit den grundlegenden Verarbeitungsmechanismen für Retrieval, Instantiierung und Merging von Skelettplänen. Ausgehend von der geometrisch/technologischen Beschreibung eines Werkstücks in TEC-REP und der durch die Featureerkennung erzeugten Featurestruktur des Werkstücks werden die geeigneten Skelettpläne ermittelt und zu einem vollständigen Arbeitsplan zusammengefügt. Dieser ist hinreichend konkret, so daß er von käuflichen NC-Programmiersystemen automatisch in die endgültigen maschinenspezifischen Steueranweisungen transformiert werden kann.

Weitere Arbeiten konzentrieren sich neben der Anbindung an existierende CA\*-Systeme auf die Verbesserung des Funktionsumfangs durch die erweiterte Verwendung leistungsfähiger Tools des C-Teils.

### Formalisierung technischen Wissens

Die Formalisierung des konkreten Expertenwissens im Bereich der Drehbearbeitung von Werkstücken wurde weiter fortgeführt. In der Wissensbasis wurde das für die Drehbearbeitung notwendige Hintergrundwissen, wie etwa Wissen über Werkzeuggeometrie und -technologie wie auch den Zerspanungsprozeß, modelliert. Diese Wissensbasis wird laufend erweitert und

mit fortschreitender Entwicklung der zugehörigen Repräsentationsformalismen entsprechend angepaßt.

### Repräsentationsstrukturen für Hintergrundwissen

Im Berichtszeitraum wurden die Anforderungen von Expertensystemen der zweiten Generation näher untersucht. Die Erkennung der Grenzen der eigenen Kompetenz und des allmählichen Leistungsabfalls am Randbereich dieses Bereichs wurden dabei als Anforderung für ARC-TEC definiert. Ziel ist es, ein in der ARC-TEC Shell realisiertes Expertensystem in ein Neues zu transformieren, wobei der Problembereich erhalten bleibt, aber die obige Fragestellung vom System kompetent behandelt werden kann. Voraussetzung dieses Ansatzes ist es, das zugrundeliegende Domänenwissen explizit zu repräsentieren; hier: Wissen über Fertigung und Geometrie. Aus diesem Grund wurde mit der Konzeption einer frameartigen Repräsentationssprache begonnen, die Teilfunktionalitäten der terminologischen Wissensrepräsentationssprache TAXON benutzt.

### Implementierung eines Einsatzszenarios für die erarbeiteten Repräsentationen

Die theoretische Untersuchung von Einsatzszenarien für die entwickelten Tools und Methoden wurde weitergeführt und eine erste prototypische Implementation des bereits im letzten Berichtszeitraum spezifizierten Planungssystems PIM (Planning In Manufacturing) wurde realisiert. In diesem System werden die verschiedenen Repräsentationssprachen und Verarbeitungsstrategien zu einem speziell der Domäne angepassten Planungsverfahren auf der Basis von Features und Skelettplänen vereinigt. Kernpunkt dieses Verfahrens ist die erwartunggetriebene Planung, die nicht mehr allgemeingültiges Planungswissen zur Problemlösung benutzt, sondern das spezielle vom Experten formulierte Problemlösungswissen für bestimmte Problemklassen. Das im Berichtszeitraum bereits lauffähige PIM System wurde durch die Integration der bereits erwähnten Prototypen FEAT-PATR, SKIPPY und dem bereits in früheren Berichtszeiträumen beschriebenen TEC-REP Visualisierungstool realisiert. Die Anbindung des Systems an die CIM Welt war ein wesentlicher Bestandteil der durchgeführten Arbeiten und wurde konzeptionell abgeschlossen. Die Integration mit der CAD Welt wurde durch ein Tool zur Transformation der Werkstückrepräsentation des mfk CAD-Systems (Prof. Meerkamm, Universität Erlangen) in die TEC-REP Werkstückrepräsentationssprache realisiert [Zhang 91]. Parallel zu dieser Implementierung wurde im Rahmen einer Diplomarbeit mit der Implementierung eines STEP Präprozessors für TEC-REP begonnen. Die Integration des PIM Systems mit der CAM Welt konnte mittels eines von der Firma UNC im Rahmen einer Kooperation zur Verfügung gestellten NC-Programmiersystems begonnen werden, und wird im kommenden Berichtszeitraum mit der Spezifikation der Repräsentationssprache LANCO (Language for Abstract Numerical Control) enden. Das implementierte PIM System findet bei industriellen und universitären Kontakten recht große Beachtung und wird im kommenden Berichtszeitraum auf mehreren internationalen Konferenzen vorgestellt werden. Insbesondere wurde in diesem Zeitraum eine Beschreibung des PIM Systems für die internationale Konferenz "International Conference on Manufacturing Automation" akzeptiert.

### Bereitstellung einer universellen graphischen Schnittstelle

Das als hochgradig portable Schnittstelle für graphische Benutzeroberflächen entwickelte Window-Toolkit wurde im Berichtszeitraum um ein Programmpaket erweitert, das die Visualisierung von strukturierten Daten in Verbindung mit Bitmap-Zeichnungen unterstützt.

### 1.4.1.3. Teilprojekt C: Wissenscompilation

Die Verwendbarkeit der allgemeinen KI-Formalismen der hybriden Shell COLAB [Boley 91b] für eine technische Anwendung wurde mit der prototypischen Planungsanwendung  $\mu$ CAD2NC [Boley 91e] demonstriert. Für die Integration der COLAB-Subformalismen, RELFUN, FORWARD, CONTAX und TAXON wurden Schnittstellenprimitive entwickelt. Für eine weitergehende Integration wurden enge Kopplungen zwischen den COLAB-Formalismen über eine gemeinsame A-Box (als "Blackboard" verwendet) realisiert. Eine Basis-Sprache zur Implementation abstrakter Maschinen (z.B. WAMs), die eine Zusammenführung der Subformalismen von COLAB ermöglicht, erarbeitet.

#### Rückwärtsregeln

Der RELFUN-Interpreter wurde durch relational/funktionale Umdeutung der PROLOG-Builtins `once`, `not` und `bagof` um die Konstrukte `once`, `naf` und `tupof` erweitert. Z.B. sind mit `once` auch deterministische Funktionsaufrufe spezifizierbar und `tupof` gibt ein Tupel aller Lösungen (Instantiierungen des Foot-Konjunks) als Wert zurück. Mit `once` und der operationalen Semantik des initialen Cuts wurde ein allgemeiner Cut-Operator pro Klausel ermöglicht. Der RELFUN-Compiler wurde um horizontale Transformationen für Konstantenpropagierung, statische Unifikation, Sharing, Vorauswertung und Goal-Umordnung erweitert; aufbauend auf Debrays Mode-Interpreter wurde ein globaler Datenfluß-Analysator für RELFUN entwickelt [Krause 91]. Die Relational/Funktionale Maschine (klassifizierte Klauseln, Code-Generator und NyWAM) wurde mit einem Indexierungsverfahren ausgestattet, das nicht wie PROLOG nach dem ersten sondern nach allen Argumenten von Operatoren indexiert. Damit wurden die Antwortzeiten bei etwas größeren Wissensbasen bereits auf der rein listenbasierten NyWAM um einen Faktor von ca. 10 verbessert. Ein RFM-Handbuch wurde erstellt [Boley 91d]. RELFUN/X, eine PROLOG-statt LISP-basierte Implementation von RELFUN mit multiplen Rückgabewerten, wurde auf der KCM zu Vergleichszwecken bereitgestellt [Stein 91]. Die Bibliothek funktional/relationaler Programme wurde erweitert [Boley 91c]

#### Taxonomien

Motiviert durch die Erfahrungen des letzten Halbjahres, wurden verschiedene Verbindungen von terminologischem Reasoning und ausdrucksstärkeren Formalismen untersucht. So lassen sich terminologische Inferenzen z.B. auf einfache Weise in die durch die Theorie der partiellen Induktiven Definitionen motivierte erweiterte (logische) Programmiersprache GCLA einbetten [Hanschke 91a]. Eine andere Möglichkeit, das Rechnen in konkreten Bereichen, terminologische Wissensrepräsentation und regelbasierte Formalismen eng zu integrieren, wird in [Hanschke 91c] aufgezeigt. Diese Variante beruht auf der Anwendung eines CLP-Schemas auf den A-Box Formalismus des Schemas für die Erweiterung von Konzeptsprachen um konkrete Bereiche [Baader 91].

Die Inferenzdienste der T-Box Sprache (TAXON) werden auf einen Algorithmus abgebildet, der auf speziellen LISP-Datenstrukturen operiert. Durch eine objektzentrierte Verwaltung der Attribut- und Rollenfüller und die Einbeziehung bereits berechneter Beziehungen zwischen Konzepten wurde die Effizienz gesteigert. Darüber hinaus wurden Algorithmen zur effizienten Erzeugung und Verwaltung des Cover-Graphen der Subsumptionshierarchie untersucht. Eine Compilation in CLOS scheint auf Grund der erzielten Effizienz nicht mehr notwendig zu sein.

Im Rahmen der engeren Kopplung von TAXON und FORWARD [Hanschke 91b] wurde die Verwaltung des assertionalen Wissens und die damit verbundenen Inferenzdienste erweitert und optimiert. Für eine geplante Reimplementierung der Basisinferenzkomponente von TAXON, die die Inferenzschritte des abstrakten und des konkreten Bereiches enger verzahnen wird, wurde eine inkrementelle Version des bestehenden konkreten Bereiches über rationalen Zahlen erstellt. Darüberhinaus wurde die Entwicklung weiterer konkreter Bereiche initiiert.

## Constraints

Das Constraint-System CONTAX unterstützt den effizienten Umgang mit hierarchisch strukturierten Wertebereichen (Domänen), die direkt oder mit der Konzeptbeschreibungssprache von TAXON definiert werden können. Eine Menge von Constraintdefinitionen wird dabei auf der Basis von CLOS in ein Netzwerk von Variablen-Objekten übersetzt, welche über Constraint-Objekte miteinander verbunden sind. Diese objektorientierte Implementation mit CLOS wurde im Berichtszeitraum fertiggestellt, in COLAB integriert [Boley 91b] und wird bereits im Bereich Werkzeugauswahl erfolgreich eingesetzt [Tolzmann 92, Boley 91c].

Die Entwicklung eines Constraint-Logic-Programming Systems über endlichen Domänen auf der Basis der horizontalen Compilation (FIDO-II) wurde abgeschlossen [Mueller 91c, Mueller 91a]. Das System wurde zusammen mit dem im letzten Berichtszeitraum entwickelten Meta-Interpreter (FIDO-I) öffentlich (anonymous ftp) zugänglich gemacht. Für den vertikalen Compilations-Ansatz (FIDO-III) wurde ein allgemeines "WAM Compilation Scheme" [Hein 92] entwickelt, das als Basis für die Implementation einer abstrakten Maschine für FIDO sowie des zugehörigen Compilers dienen wird.

## Vorwärtsregeln

Die Compilation vorwärtsverkettender Regelsysteme in die RFM [Hinkelmann 91b] wurde verbessert. So wurde u.a. der Code-Bereich der WAM aufgespalten: der Rückwärtsbereich enthält das ursprüngliche, durch SLD-Resolution bearbeitete Programm, der Vorwärtsbereich enthält nur die Vorwärtsregeln. So entfiel die Notwendigkeit eines ausgezeichneten Prädikats für Vorwärtsregeln, was zur Effizienzsteigerung beiträgt. Der Vorwärtsbereich kann nun für die Regelaktivierung spezialisiert werden.

Neben der direkten horizontalen Transformation können die vorwärtsverkettenden Klauseln auch teilweise durch partielle Auswertung eines in RELFUN implementierten Meta-Interpreters für Vorwärtsverkettung gewonnen werden [Hinkelmann 91a].

Der Interpreter für die semi-naive Strategie zur Vorwärtsverkettung von Regeln wurde so erweitert, daß die Verifikation von Regelprämissen durch Rückwärtsverkettung in RELFUN ermöglicht wird. Gleichzeitig wurde eine abstrakte Maschine für Vorwärtsregeln konzipiert. Ihre Ähnlichkeit zur RFM ermöglicht eine einfache Kopplung von Vorwärts- und Rückwärtsverkettung auch auf Maschinenebene [Falter 92]. Um zielgerichtete Vorwärtsableitungen zu ermöglichen, wurde die Magic-Set Transformation implementiert und so erweitert, daß statt eines festen Ziels auch Zielmuster angegeben werden können. Die bereits bestehende Integration von FORWARD und RELFUN [Hinkelmann 91b, Hinkelmann 91d] wurde um eine Kopplung mit TAXON erweitert, die die Aggregation von Instanzen ermöglicht, und für  $\mu$ CAD2NC [Boley 91e] eingesetzt.

### 1.4.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

#### DFKI-interne Kontakte:

- Bei der Entwicklung von COKAM+ ergab sich in mehreren Punkten eine Verknüpfung mit dem ALV-Projekt. Im Bereich Textanalyse wurden bisher mit Mitarbeitern des ALV-Projektes Literatur und Erfahrungen über die Erkennung von wesentlichen Informationen aus Texten und den hierzu möglichen Einsatz von Information Retrieval Tools ausgetauscht. Weiterhin wurde erkannt, daß in beiden Projekten Modelle in ähnlicher Weise eingesetzt werden. Auf dieser Basis wird nun eine vertiefte Zusammenarbeit erfolgen. Der Einsatz von Information Retrieval Tools und Hypertext wurde anhand der Beispiele Superbook und LSI diskutiert. Desweiteren bestehen gemeinsame Interessen am Einsatz von natürlichsprachlichen Parsern.

- Neben einem gemeinsamen Research Report [Baader 91] fand ein besonders reger informeller Erfahrungsaustausch mit AKA-WINO über (terminologische) Wissensrepräsentation und deren Erweiterungen statt.
- Mit dem WIP-Projekt gab es Arbeitstreffen über Constraints.
- Mit dem PHI-Projekt wurde hinsichtlich der Repräsentation und des "Re-use" von Plänen ein direkter Informationsaustausch begonnen.
- Zum HYDRA-Projekt bestehen verschiedene Kontakte, z.B. bezüglich WAM-Compilationstechniken.
- Mit dem KIK-Projekt wurde im Bereich Truth Maintenance [Horstmann 91] zusammengearbeitet.

#### Kontakte außerhalb des DFKI:

- Kontakte zu Dr. Egan, Bellcore/USA; Prof. Wender, Universität Trier und Dr. Wetter, IBM Heidelberg

Die in den bereits vorangegangenen Berichten beschriebenen Kooperationen wurden fortgesetzt. U. a. werden dabei auch gemeinsame Buchprojekte durchgeführt [Wender 91].

- Kontakte zu MCC Austin, Texas  
Zu MCC bestehen enge Kontakte zu Mitarbeitern der Arbeitsgruppen von E. Rich und D. Lenat.
- Kontakte zu CLINC (Computational Logic Inc., Austin, Texas)  
Hier bestehen traditionell enge Beziehungen zwischen R.S. Boyer und J.S. Moore und M.M. Richter.
- Kontakte zu Prof. W.W. Bledsoe, University of Texas  
W.W. Bledsoe und M.M. Richter leiteten zusammen mit G. Jäger (Bern) im April 1991 eine Tagung über "Deductive Systems" am Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach.
- Kontakte zu Ulrich Junker (GMD), Charles Petrie (MCC), der AG Richter und J. W. W.

Datenbanksystems LILOG-DB und der logischen Programmiersprache PROTOS-L [Scheubrein 91].

- Kontakte mit dem Forschungsinstitut für Anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW), Ulm

In Fortführung früherer Kooperationen über Planungssysteme, hier insbesondere der Planung von Bürovorgängen, entstand ein gemeinsamer Artikel von D. Karagiannis (FAW Ulm) und K. Hinkelmann (ARC-TEC), der in der Zeitschrift "Decision Support Systems" erscheinen wird.

Weiter besteht eine Zusammenarbeit zwischen M.M. Richter und dem ALIAS-Projektes am FAW (P. Bock).

- Kontakte zu Prof. Wender, Universität Trier und Dr. Wetter IBM Heidelberg

Die in den bereits vorangegangenen Berichten beschriebenen Kooperationen wurden fortgesetzt. U. a. werden dabei auch gemeinsame Buchprojekte durchgeführt.

- Zusammenarbeit mit Marc Linster/GMD St. Augustin

In Zusammenarbeit mit Marc Linster wurde geprüft inwieweit sich die Repräsentationssprache OMOS zur Darstellung des mit COKAM erhobenen Wissens eignet. Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden in [Kühn 91] veröffentlicht.

Als Austausch für den Besuch von Marc Linster am DFKI fand nun ein erster Gegenbesuch bei der Gruppe Expertensysteme der GMD St. Augustin von G. Schmidt statt, bei dem die Wissensakquisitionsarbeiten des ARC-TEC Projekts ausführlich vorgestellt wurden [Schmidt91b]. Die fruchtbare Diskussion über Vor- und Nachteile der verfolgten Wissensakquisitionsansätze beider Forschungsgruppen soll in einem weiteren für 1992 geplanten Gegenbesuch vertieft werden.

- Kontakte zu Dr. Thüring und Dr. Dr. Streitz/GMD Darmstadt

Mit Herrn Dr. Thüring und Herrn Dr. Dr. Streitz wurden erste Kontakte bezüglich Hypertext-Methoden aufgenommen und durch einen Besuch von Herrn Dr. Thüring intensiviert.

- Kontakte zu Dr. Michel Manago, Paris

Gemeinsam mit Dr. Manago/Acknowledge (Paris) und einem europäischen Konsortium wurde das ESPRIT-Projekt CABARET beantragt, in dem die integrierte Wissensakquisitionsmethode des ARC-TEC Projekts zum Einsatz kommen soll.

- Kontakte mit UNC Software GmbH, Köln

Mit der Fa. UNC Software GmbH konnte im Berichtszeitraum eine Kooperation begonnen werden, durch welche ein leistungsfähiges NC-Programmiersystem der Fa.UNC zur Verfügung gestellt wurde. Dieses System wird mit dem oben beschriebenen PIM System integriert werden. Die Fa. UNC kann dafür die im Rahmen dieser Kooperation erarbeiteten Ergebnisse nutzen und wird informell an den Arbeiten zur Integration von CAP und CAM beteiligt.

- Kontakte mit der Siemens AG, Erlangen

Mit dem DFKI Gesellschafter Siemens AG konnte im Berichtszeitraum eine Kooperation durch Vermittlung von Prof. Meerkamm aus Erlangen begonnen werden. Im Rahmen dieser Kooperation wird eine Probelizenz der CAD Software Sigraph von Siemens erteilt. Dieses CAD System wird über das CAD- Modul von Prof. Meerkamm "mfk-Konstruktionssystem" mit dem bereits oben beschriebenen PIM System integriert. Im Rahmen des kommenden Berichtszeitraumes ist eine Begutachtung der innerhalb dieser Kooperation durchgeführten Arbeiten geplant, welche Grundlage für weitere Kooperationen mit der Siemens AG sein wird.

- Kontakte mit dem Lehrstuhl Prof. Meerkamm, Universität Erlangen

Die Kontakte mit dem Lehrstuhl für Maschinenelemente und fertigungsgerechtes Konstruieren Universität Erlangen-Nürnberg konnten im Berichtszeitraum durch einen Vortrag von Prof. Meerkamm im Rahmen des DFKI-Kolloquiums geknüpft werden. Erwartungsgemäß konnte eine Verbindung zwischen dem Bauteilmodell des von Prof. Meerkamm entwickelten Konstruktionssystems und der im R-Teil entwickelten TEC-REP spezifiziert und implementiert werden. Der im Rahmen einer Projektarbeit von Frau Lijuan Zhang implementierte Translator erlaubt es, mit dem Konstruktionssystem von Prof. Meerkamm erstellte Werkstücke vollautomatisch in die TEC-REP zu überführen und damit der weiteren Verarbeitung in ARC-TEC zugänglich zu machen. Insbesondere ist damit die gewünschte Anbindung des Konstruktionssystems an das entwickelte PIM Einsatzszenario erreicht. Desweiteren wurde eine Installation dieses Konstruktionssystems am ARC-TEC Projekt beschlossen.

- Kontakte mit dem Institut für Künstliche Intelligenz, Zhejiang Universität (VR China)

Im Berichtszeitraum konnten mit dem Institut für Künstliche Intelligenz der Universität von Zhejiang, Volksrepublik China, erste Kontakte geknüpft werden. Dieses Institut entsendete einen Doktoranden, Herrn Wu, als Stipendiat für 1,5 Jahre an das Projekt ARC-TEC. Daneben besuchte der Leiter dieses Instituts, Herr Prof. He, im Berichtszeitraum das ARC-TEC Projekt. Im Sommer 1992 ist ein Gegenbesuch von Mitarbeitern des ARC-TEC Projektes in Zhejiang geplant.

- Kontakte mit dem Lehrstuhl Prof. Weber, Universität Saarbrücken

In dem Berichtszeitraum konnten die Kontakte zu dem Lehrstuhl von Prof. Weber für Konstruktion und CAD-Technik (Universität des Saarlandes) weiter intensiviert werden. Der Informationsaustausch ist insbesondere für Fragen der Werkstück- und Arbeitsplan-Repräsentation weiterhin von hohem Interesse. Es wurde ein Projekt zur Untersuchung der Abbildbarkeit von Konstruktions- in Fertigungsfeatures durchgeführt. Dabei wurden vor allem die zur Abbildung notwendigen Abstraktionsebenen und der Übergang zwischen diesen Ebenen untersucht. Außerdem konnten im Hinblick auf das Arbeitspaket APP-KONS interessante Ergebnisse erzielt werden, die im nächsten Berichtszeitraum noch ausgearbeitet und dokumentiert werden.

- Kontakte mit dem Lehrstuhl Prof. Warnecke, Universität Kaiserslautern

Maschinenbauspezifisches Wissen steht uns auf der Basis des Kooperationsvertrages des DFKI bzgl. des ARC-TEC-Projekts mit Herrn Prof. Warnecke (FBK) zur Verfügung. Eine besondere Rolle spielt hierbei der Prof. Warnecke unterstellte ARC-TEC Mitarbeiter Ralf Legleitner, dessen Arbeitsplatz auch in den Räumen des FBK angesiedelt ist. Die durch diese Konstellation gegebene Möglichkeit, in ARC-TEC auch Studien- und Diplomarbeiten für Studenten des Maschinenbaus auszugeben und zu betreuen, ist insbesondere für die praktische Erprobung der in ARC-TEC entwickelten Tools und Methoden von großer Bedeutung.



- Kontakte zu SICS

Bei einem Arbeitsbesuch von Per Kreuger und Martin Aronsson vom Swedish Institute of Computer Science (SICS) in Kista über Metaarchitekturen, abstrakte Maschinen konnten bestehende Kontakte weiter vertieft werden.

### 1.4.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

#### Veröffentlichungen:

- Abecker, A., Drolling, D., und Hanschke, P.: TAXON: A Concept Language with Concrete Domains. In *Preprints of the Proceedings of the International Workshop on Processing Declarative Knowledge (PDK'91)*, Richter, M.M. und Boley, H., DFKI (German Research Center for Artificial Intelligence),
- Baader, F. und Hanschke, P.: A Scheme for Integrating Concrete Domains into Concept Languages. In *Proceedings of the 12th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, A long version is available as DFKI Research Report RR-91-10, 1991.
- [Baader 91] Baader, F. und Hanschke, P.: *A Scheme for Integrating Concrete Domains into Concept Languages*. Research Report, RR-91-10 DFKI GmbH, 1991.
- Bachmann, B. und Meyer, M.: *Rezension von: M. Shanahan, R. Southwick: Search, Inference and Dependencies in Artificial Intelligence*. KI (5) 1 (March 1991).
- Bachmann, B. und Meyer, M.: Konfiguration als dynamisches CSP über strukturierten Domänen. In *Beiträge zum 5. Workshop Planen und Konfigurieren*, Günter, A. und Cunis, R., Labor für Künstliche Intelligenz an der Universität Hamburg, Bodenstedtstraße 16, D-2000 Hamburg 50, April 1991, pp. 148–151.
- Bachmann, B.: *HieraCon: A Knowledge Representation System with Typed Hierarchies and Constraints*, Master's thesis, Universität Kaiserslautern, FB Informatik, Postfach 3049, D-6750 Kaiserslautern, 1991.
- Becker, A.: *Analyse der Planungsverfahren der KI im Hinblick auf ihre Eignung für die Arbeitsplanung*. Master's thesis, auch als DFKI Document D-91-17 erhältlich, Universität Kaiserslautern, FB Informatik, December 1991.
- [Bergmann 91] Bergmann, R. und Schmalhofer, F.: *CECoS: A case experience combination system for knowledge acquisition for expert systems*. Behaviour Research Methods, Instruments & Computers (23)(1991), 142-148.
- Bernardi, A., Boley, H., Klauck, C., Hanschke, P., Hinkelmann, K., Legleitner, R., Kühn, O., Meyer, M., Richter, M.M., Schmalhofer, F., Schmidt, G., und Sommer, W.: ARC-TEC: Acquisition, representation and compilation of technical knowledge. In *Eleventh International Conference Expert Systems & their Applications*, EC2, 1991, pp. 133-145.
- [Birk 91] Birk, A., Verifikation von Wissen während der Akquisitionsphase am Beispiel COKAM, Projektarbeit Universität Kaiserslautern, 1991
- Boley, H. und Richter, M.M. (Eds). *Proceedings of the International Workshop on Processing Declarative Knowledge (PDK'91)*. Springer-Verlag, LNAI 567, Berlin, Heidelberg, 1991.
- [Boley 91b] Boley, H., Hanschke, P., Hinkelmann, K., und Meyer, M.: *COLAB: A Hybrid Knowledge Compilation Laboratory*, submitted for publication, December 1991.
- [Boley 91c] Boley, H. (Ed). *Beiträge zum Arbeitstreffen über WAM-Erweiterungen am DFKI Kaiserslautern*. ARC-TEC Discussion Paper 91-2, March 1991.
- Boley, H. (Ed). *A Sampler of Relational/Functional Definitions*. DFKI GmbH, DFKI Technical Memo TM-91-04, March 1991.
- [Boley 91d] Boley, H., Elsbernd, K., Hein, H.G., und Krause, T.: *RFM Manual: Compiling RELFUN into the Relational/Functional Machine*. DFKI Document, D-91-03 DFKI GmbH, March, 91.
- [Boley 91e] Boley, H., Hanschke, P., Harm, M., Hinkelmann, K., Labisch, T., Meyer, M., Mueller, J., Oltzen, T., Sintek, M., Stein, W., und Steinle, F.: *microCAD2NC: A Declarative Lathe-Workplanning Model Transforming CAD-like Geometries into Abstract NC Programs*. Document D-91-15 DFKI GmbH, November, 1991.
- [Fuhrmann 91a] Fuhrmann, F.: *Untersuchungen zur Erklärung von Fertigungsplänen im Maschinenbau*, Master's thesis, German Research Center for Artificial Intelligence, Kaiserslautern, Germany, April 1991.
- [Fuhrmann 91b] Fuhrmann, F., *Untersuchungen zur Erklärung von Fertigungsplänen im Maschinenbau*, Praktikumsbericht Universität Kaiserslautern, 1991, .
- [Hanschke 91b] Hanschke, P. und Hinkelmann, K.: Transforming CAD-like Geometries into NC Programs. In *Workshop on Terminological Logics, Berlin*, KIT-Back Research Report, description of system demo, 1991.

- Hanschke, P., Abecker, A., und Drollinger, D.: TAXON: A Concept Language with Concrete Domains. In *Proceedings of the International Workshop on Processing Declarative Knowledge (PDK'91)*, Boley, H. und Richter, M.M., Springer-Verlag, LNAI 567, Berlin, Heidelberg, 1991, pp. 411-413.
- Hanschke, P. und Baader, F.: Terminological Reasoning in a Mechanical-Engineering Domain. In *Workshop on Terminological Logics, Berlin*, KIT-Back research report, 1991.
- [Hanschke 91c] Hanschke, P.: TAXLOG — A Logic Programming Language with Deeply-Modeled Type Hierarchies. ARC-TEC Discussion Paper, 91-8 DFKI GmbH, June, 1991.
- Hinkelmann, K.: Transforming Horn Clauses for Forward Reasoning. In *Proceedings of the International Workshop on Processing Declarative Knowledge (PDK'91)*, Springer-Verlag, LNAI 567, Berlin, Heidelberg, 1991, pp. 417-419.
- [Hinkelmann 91a] Hinkelmann, K.: Forward Logic Evaluation: Developing a Compiler from a partially evaluated Meta Interpreter. In *Workshop Alternative Konzepte für Sprachen und Rechner*, Lippe, W.M., Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 1991.
- [Hinkelmann 91b] Hinkelmann, K.: *Bidirectional Reasoning of Horn Clause Programs: Transformation and Compilation*. DFKI Technical Memo, TM-91-02 DFKI GmbH, January, 1991.
- Hinkelmann, K.: *Forward Logic Evaluation: Developing a Compiler from a Partially Evaluated Meta Interpreter*. Technical Memo TM-91-13 DFKI GmbH, October, 1991.
- Hinkelmann, K. und Harm, M.: Transforming Horn Clauses for Forward Reasoning. In *Preprints of the Proceedings of the International Workshop on Processing Declarative Knowledge (PDK'91)*, Richter, M.M. und Boley, H., DFKI (German Research Center for Artificial Intelligence), June 1991.
- [Horstmann 91] Horstmann, T.: *Distributed Truth Maintenance*, Master's thesis, Universität Kaiserslautern, FB Informatik, Postfach 3049, D-6750 Kaiserslautern, 1991.
- Kamp, G.: *Entwurf, vergleichende Bewertung und Integration eines Arbeitsplan-Erstellungssystems für Drehteile*, Master's thesis, Universität Kaiserslautern, FB Informatik, Postfach 3049, D-6750 Kaiserslautern, 1991.
- Klauck, C., Bernardi, A., and Legleitner, R.: FEAT-REP: Representing Features in CAD/CAM. In *IV International Symposium on Artificial Intelligence: Applications in Informatics*, 1991, pp. 245-251.
- Klauck, C., Legleitner, R., Bernardi, A., Stark, R., and Schulte, M.: Feature based Integration of CAD and CAPP. In *CAD'92: Neue Konzepte zu Realisierung anwendungsorientierter CAD-Systeme*, Springer-Verlag, DFKI GmbH Kaiserslautern and Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD Saarbrücken, 1992, pp. forthcoming.
- Klauck, C., A. Bernardi, R. Legleitner.: *FEAT-REP: Representing Features in CAD/CAM*. Research Report, RR-91-20 DFKI Kaiserslautern, June, 1991.
- Klauck, C., Becker, K., and Schwagereit, J.: *FEAT-PATR: Eine Erweiterung des D-PATR zur Feature-Erkennung in CAD/CAM*. Technical Memo, 91-12 DFKI GmbH, Postfach 2080, D-6750 Kaiserslautern, October, 1991.
- [Krause 91] Krause, T.: *Globale Datenflußanalyse und horizontale Compilation der relational-funktionalen Sprache RELFUN*, Master's thesis, auch als DFKI Document D-91-08 erhältlich, Universität Kaiserslautern, FB Informatik, March 1991.
- Kühn, O. and Schmalhofer, F. Hierachical skeletal plan refinement task and inference structures. Paper to be presented at the 2nd KADS user meeting in Munich 16th and 17th February 1992.
- [Kühn 91] Kühn, O., Linster, M., und Schmidt, G.: *Clamping, COKAM, KADS, and OMOS: The Construction and Operationalization of a KADS Conceptual Model*. Technical Memo, TM-91-3 DFKI, Kaiserslautern, Germany, also published in proceedings of the fifth european knowledge acquisition for knowledge-based systems workshop, February, 1991.
- Labisch, T.: *Implementierung einer semi-naiven Strategie für bottom-up Evaluierung von RELFUN Hornklauseln*, Master's thesis, Universität Kaiserslautern, FB Informatik, June 1991.
- Legleitner, R., Bernardi, A., and Klauck, C.: PIM: Skeletal Plan Based CAPP. In *International Conference on Manufacturing Automation*, DFKI GmbH, 1992, pp. forthcoming.
- Meyer, M., Müller, J., und Schrödl, S.: FIDO: Exploring Finite Domain Consistency Techniques in Logic Programming. In *Preprints of the Proceedings of the International Workshop on Processing Declarative Knowledge (PDK'91)*, Richter, M.M. und Boley, H., DFKI (German Research Center for Artificial Intelligence), June 1991.
- Meyer, M.: Parallel Constraint Satisfaction in a Logic Programming Framework. In *Proceedings of the International Conference on Parallel Computing Technologies (PaCT-91)*, World Scientific Publishing Co., Singapore, September 1991, pp. 148-157.
- Meyer, M., Müller, J., und Schrödl, S.: FIDO: Exploring Finite Domain Consistency Techniques in Logic Programming. In *Proceedings of the International Workshop on Processing Declarative Knowledge (PDK'91)*, Boley, H. und Richter, M.M., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1991, pp. 425-427.
- Mueller, J.: *Design and Implementation of a Finite Domain Constraint Logic Programming System based on PROLOG with Corouting*, Master's thesis, Universität Kaiserslautern, FB Informatik, Postfach 3049, D-6750 Kaiserslautern, 1991.

- [Reinartz 91] Reinartz, T. Definition von Problemklassen im Maschinenbau als eine Begriffsbildungsaufgabe. Tech. Rept. D-91-18, DFKI Document, DFKI, Dezember, 1991.
- Richter, M.M.: *Expertensysteme im Maschinenbau*. Themen der Wissenschaft 4 (1991).
- [Richter 91] Richter, M.M. und Boley, H. (Eds). *Preprints of the Proceedings of the International Workshop on Processing Declarative Knowledge (PDK'91)*. DFKI (German Research Center for Artificial Intelligence), June 1991.
- Richter, M.M. und Weß, S.: *Similarity, uncertainty and case-based reasoning in Patdex*, Festschrift für W. W. Bledsoe, (Eds.) R. S. Boyer 1991.
- [Scheubrein 91] Scheubrein, R.: *Integration eines deduktiven Datenbanksystems in eine Logikprogrammiersprache*, Master's thesis, auch als IWBS Report 176 erhältlich, Universität Kaiserslautern, FB Informatik, Postfach 3049, D-6750 Kaiserslautern, 1991.
- Schmalhofer, F. und Schmidt, G.: Situated Text-Analysis with COKAM+. In *Proceedings of European Knowledge Acquisition Workshop; Sisyphus Working Papers: Text Analysis*, Crieff, Scotland, May 1991.
- [Schmalhofer 91a] Schmalhofer, F., Bergmann, R., Kühn, O., und Schmidt, G.: Using integrated knowledge acquisition to prepare sophisticated expert plans for their re-use in novel situations. In *Proceedings of the 15th German Workshop on Artificial Intelligence (GWA I '91)*, Christaller, T., Springer, Berlin, Germany, in press.
- [Schmalhofer 91b] Schmalhofer, F., Kühn, O., und Schmidt, G.: *Integrated knowledge acquisition from text, previously solved cases, and expert memories*. Applied Artificial Intelligence (in press).
- [Schmalhofer 91c] Schmalhofer, F. und Thoben, J.: The case-oriented construction of a knowledge-base. In *Knowledge engineering and cognition*. Springer Verlag, Schmalhofer, F., Strube, G., und , T.W., to appear.
- [Schmalhofer 91d] Schmalhofer, F. and Reinartz, T. Intelligent documentation as a catalyst for developing cooperative knowledge-based systems. In *Proceedings of the EKAW 92*, 1991.
- Schmalhofer, F., Bergmann, R., Kühn, O., and Schmidt, G. Using integrated knowledge acquisition to prepare sophisticated expert plans for . In *Proceedings of the 6th Banff knowledge acquisition for knowledge-based systems workshop*, October 1991.
- [Stein 91] Stein, W. und Sintek, M.: *RELFUNIX: A Experimental PROLOG implementation*. DFKI Document, 91-1 DFKI GmbH, March, 1991.
- [Tschaitshian 91] Tschaitshian, B.: *Eine integrative Wissenserhebung und -analyse mit CECoS: Konzepte und prototypische Implementierung*, Projektarbeit, Universität Kaiserslautern 1991.
- [Wender 91] Wender, K.F., Schmalhofer, F., und Boecker, H.D. (Eds). *Computer Programming and Cognition*. Ablex Publishing Cooperation, in preparation.
- [Zhang 91] Zhang, L.: *Entwurf und Implementierung eines Compilers zur Transformation von Werkstückrepräsentationen*. Projektarbeit, auch als DFKI Technical Memo TM-92-01 erhältlich, Universität Kaiserslautern, FB Informatik, December 1991.

### Vorträge:

- Boley, H.: *Bottom-up computation of non-ground non-deterministic functions*, 2nd Workshop on Extensions of Logic Programming, SICS, January 1991.
- [Boley 91a] Boley, H., Hanschke, P., Hinkelmann, K., und Meyer, M.: *COLAB: A Hybrid Knowledge Compilation Laboratory*, 3rd International Workshop on Data, Expert Knowledge and Decisions: Using Knowledge to Transform Data into Information for Decision Support, September 1991.
- [Hanschke 91a] Hanschke, P.: *An Attempt to Integrate Terminological Knowledge Representation and Logic Programming Techniques*, 2nd Workshop on Extensions of Logic Programming, SICS, January 1991.
- Hanschke, P.: *A Close Integration of Logic Programming and Terminological Reasoning*, 7. Workshop Logische Programmierung, Gosen bei Berlin, October 1991.
- Hinkelmann, K.: *Expertensystem-Shells: Programmierumgebungen für Expertensysteme*, SIL-Veranstaltung Nr. 18 582 - Künstliche Intelligenz, Kaiserslautern, January 1991.
- Hinkelmann, K.: *SASLOG: Combining Lazy Evaluation and Backtracking*, Second Meeting of ESPRIT BRA 3230, Paris, January 1991.

- Klauck, Ch.: *FEAT-REP: Representing Features in CAD/CAM*, 4th Symposium on Artificial Intelligence, Mexico, November 1991.
- Legleitner, R.: *Akquisition und Repräsentation von technischem Wissen für Planungsaufgaben im Bereich der Fertigungstechnik*, VDI-Konferenz "Erfolgreiche Anwendung wissensbasierter Systeme in Entwicklung und Konstruktion", Heidelberg, October 1991.
- Meyer, M.: *Constraint-Based Reasoning over Taxonomies*, Second Meeting of ESPRIT BRA 3230, Paris, January 1991.
- Meyer, M.: *FIDO: Ein Constraint-Logic-Programming-System über Finite Domains*, Second KCM User Group Meeting, Berlin, April 1991.
- Meyer, M.: *FIDO: Consistency Techniques in Logic Programming*, Workshop on Constraint Logic Programming in conjunction with the 8th International Conference on Logic Programming (ICLP-91), Paris, June 1991.
- Meyer, M.: *Exploring Finite Domain Consistency Techniques in Logic Programming*, 7. Workshop Logische Programmierung, Gosen bei Berlin, October 1991.
- Mueller, J.: *Design and Implementation of a Finite Domain Constraint Logic Programming System Based on PROLOG with Corouting*, SEKI-Forum, Universität Kaiserslautern, August 1991.
- Schmalhofer, F., Schmidt, G., und Kühn, O.: *Integrated Knowledge Acquisition: Preparing Sophisticated Expert Plans for their Re-use in Novel Situations*, DFKI, February 1991
- Schmalhofer, F.: *Ein integratives Modell der menschlichen Begriffsbildung aus Text und aus Beispielen*, Workshop at GMD: Concept formation in man and machine 1991.
- Schmalhofer, F.: *An integrated knowledge acquisition method to construct skeletal plans for a knowledge-based system*, 1991.
- Schmalhofer, F.: *Integrated Knowledge Acquisition Procedures for Expert Systems*, Advanced Scientific Research Workshop, Tuscany, Italy, June 1991.
- Schmidt, G.: *Case-Oriented Knowledge Acquisition Method from Text*, Kolloquium der Universität Straßburg, March 1991.
- Schmidt, G., Kühn, O., und Linster, M.: *Clamping, COKAM, KADS, and OMOS: The Construction and Operationalization of a KADS Conceptual Model*, Fifth European Knowledge Acquisition Workshop, May 1991.
- [Schmidt91a] Schmidt, G., Hypertext als Unterstützung zur Erhebung und Formalisierung von Wissen, Vortrag auf dem Workshop Expertensysteme und Hypermedia, November 1991.
- [Schmidt91b] Schmidt, G., Vorstellung der Wissensakquisitionsarbeiten im ARC-TEC-Projekt mit Schwerpunkt auf COKAM+, Vortrag bei der GMD St. Augustin, November 1991.
- Bachmann, B.: *ARC-TEC: An Overview*, HP Böblingen, October 1991.
- Stein, W.: *RELFUN/X a Relational-Functional Language for the KCM*, March 1991.

### Veranstaltungen:

- Bernardi, A. und Meyer, M.: *Expertensystem Shells*, Staatliches Institut für Lehrerfort- und -weiterbildung des Landes Rheinland-Pfalz (SIL), Veranstaltung Nr. 18582: Künstliche Intelligenz, Januar 1991.
- Klauck, Ch. und Malburg, M.: *Praktikum KI an der Universität Kaiserslautern*, Wintersemester 1991/92
- Meyer, M.: *Wissensrepräsentation mit Frames und Regeln*, Schenck-Kolleg Wissensbasierte Systeme, Darmstadt, Mai 1991.
- Meyer, M.: *Wissensverarbeitung mit Constraints und Anwendungen im temporalen Schließen*, Schenck-Kolleg Wissensbasierte Systeme, Darmstadt, Mai 1991.
- Meyer, M.: *Expertensystementwicklung — Methodik, Werkzeuge, Produkte*, Schenck-Kolleg Wissensbasierte Systeme, Darmstadt, June 1991.
- Schmalhofer, F. und Wetter, T.: *Wissensakquisition*, Vorlesung an der Universität Kaiserslautern, Wintersemester 1991.
- Schmalhofer, F. und Wetter, T.: *Einführung in die Wissensakquisition*, Vorlesung an der Universität Heidelberg, Wintersemester 1991.
- Schmalhofer, F.: *Seminar Computermodelle der Kognition an der Universität Kaiserslautern*, Wintersemester 1991/92
- Schmidt, G.: *Wissensakquisition - ein Überblick -*, Schenck-Kolleg Wissensbasierte Systeme, Darmstadt, June 1991.
- Richter, M. M. und Boley, H.: *Leitung des International Workshop on Processing Declarative Knowledge PDK'91*.
- Wetter, Th., Schmalhofer, F. und Strube, G.: *Organisation des GI-Workshop zum Thema Knowledge Engineering und Kognition*, 21. und 22. Februar 1991.

**1.4.4. Personalia**

Zum 31. Dezember bestand die ARC-TEC-Gruppe aus:

Prof. Dr. M. M. Richter (Leiter)	(0631-205-3471)
Dipl.-Inform. B. Bachmann	(0631-205-3482)
Dipl.-Inform. A. Bernardi	(0631-205-3582)
Dr. H. Boley	(0631-205-3459)
Dipl.-Inform. K. Hinkelmann	(0631-205-3467)
Dipl.-Inform. P. Hanschke	(0631-205-3460)
Dipl.-Inform. C. Klauck	(0631-205-3477)
Dipl.-Psych. O. Kühn	(0631-205-3463)
Dipl.-Inform. M. Meyer	(0631-205-3468)
Dipl.-Ing. R. Legleitner	(0631-205-4068)
Dr. F. Schmalhofer	(0631-205-3465)
Dipl.-Inform. G. Schmidt	(0631-205-3462)
Dipl.-Inform. W. Sommer	(0631-205-3466)

## 1.5. Projekt ASL

Das Projekt Architectures for Speech and Language (ASL) wird vom BMFT gefördert (Förderkennzeichen ITW 9102) und hat eine Laufzeit vom 1. Juli 1991 bis 31. Dezember 1994. Das Projekt ist Teil eines großen Verbundvorhabens, in dem integrierte Systeme für die Verarbeitung von gesprochener Sprache entworfen und prototypisch implementiert werden sollen. Das Vorhaben soll die Kluft überwinden helfen, die heute noch zwischen den Forschungen zur gesprochenen Sprache und den Arbeiten zu natürlich-sprachlichen Systemen existiert. Diese Kluft ist eine natürliche Folge der Spezialisierung in der Forschung. Sie hat sich aus der Verschiedenheit der verwendeten Methoden ergeben, behindert aber mittlerweile den wissenschaftlichen und technologischen Fortschritt. Die integrierte Herangehensweise beruht auf der Hypothese, daß sich das bislang ungelöste Problem der Interpretation gesprochener Sprache nur durch die simultane Verarbeitung von Bedingungen aus allen Ebenen der Sprachverarbeitung beheben läßt.

ASL ist ein großes, vom BMFT organisiertes Forschungsvorhaben, an dem sich das DFKI beteiligen will. Die Es sind zwei Untergruppen geplant: (i) der "Nordverbund", dem es um die constraint-basierte Integration von Information aus allen Ebenen der Sprachverarbeitung geht; und (ii) der "Südverbund", der bestrebt sein wird, die besten Ergebnisse der bisherigen Forschung in ein integriertes System zu überführen.

### 1.5.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Im Berichtszeitraum konnten weitere Projektplanung und anfängliche Arbeiten aufgenommen werden.

Im Bezug auf die Empfehlung des wissenschaftlichen Beirates des DFKIs (Vors. Prof. Dr. Deussen), daß das ASL Projekt am DFKI in enger Synergie mit dem DISCO Projekt...

## Phonem- und Worterkennung

Die Worterkennung verläuft über eine Erkennung der Phoneme in Abgleich mit einem Lexikon. Die Phonemerkennung basiert auf hierarchischen phonotopischen Abbildungen. Phonotopische Abbildungen sind selbstorganisierende Merkmalskarten, bei denen ähnliche Phoneme auf benachbarte Units abgebildet werden.

Implementiert wurde bisher ein Simulator für die Grundstruktur des Netzwerkes. Dieser in C geschriebene Simulator erlaubt das parametrisierte Einrichten beliebig großer Netze. Dabei

### 1.5.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

#### Veröffentlichungen:

- Backofen R., H. Trost und H. Uszkoreit. Linking Typed Feature Formalisms and Terminological Knowledge Representation Languages. In: W. Brauer und D. Hernandez (Hrsg.) Verteilte künstliche Intelligenz und kooperatives Arbeiten. Springer Verlag, 1991.
- Nerbonne, J. 1992. A Feature-Based Syntax/Semantics Interface. Eingereicht an A. Manaster-Ramer and W. Zdzadowsny (Hrsg.), Mathematics of Language II.

#### Vorträge:

- Backofen R., H. Trost und H. Uszkoreit. Linking Typed Feature Formalisms and Terminological Knowledge Representation Languages. Vortrag auf dem 4. Internationalen GI-Kongreß (Wissensbasierte Systeme) in München im Oktober 1991.
- Nerbonne, J. Feature-Based Disambiguation. Eingeladener Vortrag vor dem Workshop Linguistic Description and Constraint Resolution. IDSIA, Lugano. 19. September 1991
- Nerbonne, J. Representing Linguistic Structure, Meaning, and Knowledge. Eingeladener Vortrag vor dem Workshop Text Representation and Domain Modeling. Technische Universität Berlin. Oktober 1991.
- Nerbonne, J. Constraint-Based Semantics. Vortrag vor dem ASL Workshop zur semantischen Repräsentation, Siemens, München. 15. Nov. 1991.
- Nerbonne, J. Feature-Based Lexicons---An Example. Vortrag vor dem ASL Lexikon-Workshop, Berlin/Wandlitz, 26. November 1991.
- Nerbonne, J. Zur Implementierung einer semantischen Repräsentationssprache. Vortrag vor dem Forschungsseminar Computerlinguistik der Universität des Saarlandes. 10. Dez. 1991.
- Nerbonne, J. Constraint-Based Semantics. Vortrag vor dem 8th Amsterdam Colloquium, 20. Dez. 1991.
- Uszkoreit, H. Word Order Domains. Vortrag im Workshop Word Order bei der Third European Summer School in Language, Logic and Information} am 13. August 1991.
- Uszkoreit, H. A New View on the Competence Performance Distinction. Eingeladener Hauptvortrag auf dem Kongress Natürliche und Formale Sprachen in Vic, Spanien, am 24. September 1991.
- Uszkoreit, H. New Approaches to Linguistic Processing with Typed Unification Systems. Seminar auf dem Kongress Natürliche und formale Sprachen in Vic, Spanien am 25. September 1991.
- Uszkoreit, H. Maschinelle Intelligenz und menschliche Sprache. Vortrag in der Ringvorlesung Künstliche Intelligenz der Saarbrücker Hochschultage am 26.11.1991.
- Uszkoreit, H. Controlled Linguistic Deduction. Eingeladener Hauptvortrag auf dem 8. Amsterdam Kolloquium am 19.12.91.

#### Veranstaltungen:

- Uszkoreit, H. Seminar: "Verarbeitung Natürlicher Sprachen" bei dem IBM Hochschulseminar Künstliche Intelligenz in Sindelfingen am 22.10.1991.

### 1.5.4. Personalien

Zum 31. Dezember bestand die ASL-Gruppe aus:

Prof. Dr. H. Uszkoreit (Leiter)	(0681-302-5282)
Dr. J. Nerbonne (Leiter)	(0681-302-5300)
Dipl.-Inform. C. Kemke	(0681-302-5284)



## 1.6. Projekt DISCO

Das Projekt Dialogsystem für Autonome Kooperierende Agenten (DISCO) wird vom BMFT gefördert (Förderkennzeichen: ITW 90002 0) und hat eine Laufzeit vom 1. Januar 1990 bis

### 1.6.1.1. Teilprojekt Formalismen und Schnittstellen

Im Berichtszeitraum wurde im Teilprojekt "Formalismen und Schnittstellen" die Entwicklung und Implementierung des Unifikators abgeschlossen. Der Unifikator kann verteilte Disjunktionen und negierte Koreferenzen darstellen. Zwar war dieses Problem theoretisch bereits gelöst, es handelt sich hierbei jedoch um die erste Implementierung eines Unifikators, der beide Konzepte vereinigt. Zum Zwecke der Visualisierung und des Editierens wurde eine Schnittstelle zwischen Unifikator und Merkmalseditor entwickelt.

Aufgrund von Anforderungen von Seiten der linguistischen Verarbeitung wurde der Unifikator um funktionale Constraints mit verzögerter Auswertung und Unifikation erweitert. Dabei handelt es sich um funktionale Ausdrücke innerhalb einer Merkmalsstruktur, deren Parameter durch Koreferenzen bestimmt werden und deren Ergebnis mit einer Teilstruktur dieser Merkmalsstruktur unifiziert wird. Die Auswertung muß verzögert werden, falls die Eingabeparameter nicht genügend spezifiziert sind. Sie wird erneut angestoßen, sobald durch Unifikation die Parameter verändert wurden.

Zum zweiten wurde an einer Koppelung von merkmalsbasierten Unifikationsformalismen für die linguistische Verarbeitung und KL-ONE-artigen Systemen für die Wissensrepräsentation gearbeitet. Ausgangspunkt hierfür ist die Idee, für die beiden Verarbeitungsprobleme aus Komplexitäts- und Modularitätsgründen die bisher eingesetzten Verfahren beizubehalten und die zwar ähnlichen, jedoch unterschiedlich ausgeprägten Formalismen über eine syntaktische Schnittstelle zu koppeln. Hierbei wurde aus verarbeitungstechnischen Gründen der Weg der Einbettung der KL-ONE-Konstrukte in die Merkmalslogik gewählt. Als ein wichtiger Teilpunkt wurde das Problem der partiellen Konsistenzüberprüfung solcher eingebetteten Konstrukte während der Unifikation untersucht. Dazu war es notwendig, eine neue Art von Mengendarstellung zu entwickeln. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden auf dem GI-Kongress in München im Oktober dieses Jahres veröffentlicht.

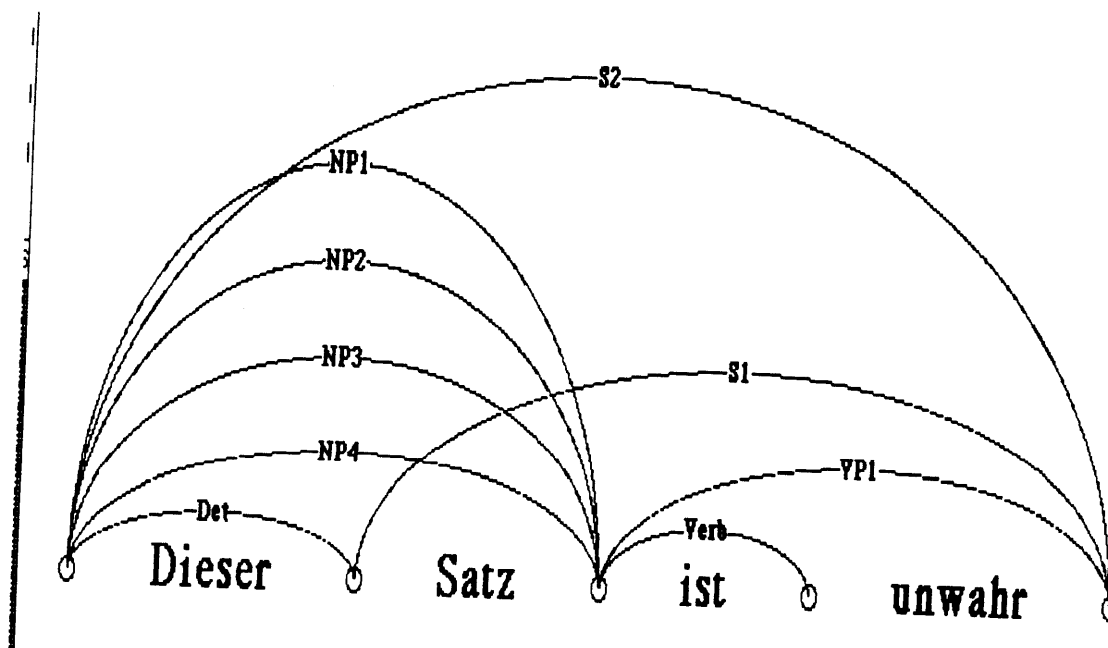
Weiters wurde die Entwicklung und Implementierung der 'High-Level Definition Language' TDL (Type Description Language) zur Beschreibung des Lexikons und der Grammatik in enger Kooperation mit der Teilgruppe "Linguistische Wissensbasen" abgeschlossen. TDL erlaubt die Beschreibung von Lexikoneinträgen, Prinzipien und Regeln im HPSG-Stil, die wiederum in Strukturbeschreibungen kompiliert werden, die der Unifikator verarbeiten kann. Die eigentliche 'Oberflächensyntax' wurde mittels des Parser-Compiler ZEBU (das LISP-Gegenstück zum UNIX-Werkzeug YACC) definiert --- ZEBU generiert aus den annotierten kontextfreien Regeln, die die TDL-Syntax konstituieren, einen LALR(1)-Parser, der non-LISP Syntax (TDL-Ausdrücke) in eine LISP-nahe Zwischendarstellung überführt. Da ZEBU 'Public Domain' ist, kann die Oberflächensprache TDL auch auf andere Rechner unter CommonLISP portiert werden. Weil HPSG linguistisches Wissen in Form von merkmalsbasierten Hierarchien (genauer: in Form von azyklischen, gerichteten Graphen, DAGs) codiert, muss TDL für eine konkrete Merkmalsstruktur den Typgraphen inspezieren und die dabei nötige Information aufsammeln, d.h. sie letztlich unifizieren. TDL macht eine strenge Unterscheidung zwischen dem abstrakten Merkmalstyp und der konkreten Instanz (Merkmalsstruktur) --- u.a. werden die Informationen über Typen und Instanzen auch getrennt verwaltet. Neben der eigentlichen Merkmalsstruktur und einem (globalen und lokalen) Prototypen des Merkmalstyps werden auch andere Informationen im System verwaltet, etwa wer die Grammatiken/Lexikoneinträge schrieb, ihr Evaluationsdatum, zusätzlicher Dokumentationstext, der TDL-Oberflächenstring etc.

TDL liegt in zwei Prototypen vor. Eine, im wesentlichen in CLOS implementierte Version, die u.a. komplexe Formen von Typchecking, Typsimplifikation, Typunifikation und Typinferenz realisiert und dabei Warnungen und Fehler meldet, selber aber nur über eine komplexe Schnittstelle mit dem Unifikator kommuniziert (Übersetzung der Instanzen in Strukturen des Unifikators). Diese Version wird aber nur zum Definieren und Testen der Merkmalsstrukturen verwendet, da sie aufgrund ihrer Komplexität sehr langsam ist. Der zweite Prototyp ist wiederum sehr schnell und mit dem Unifikator vollständig integriert, da er auf seinen Strukturbeschreibungen arbeitet. Mit ihm instantiierte Merkmalsstrukturen sind stets vollständig

expandiert. Mit TDL wurde bisher schon eine sehr große HPSG-orientierte Grammatik geschrieben, die u.a. ca. 250 Merkmalstypen enthält.

Die Implementierung der Unifikationsmaschine (UDINE) befand sich im Berichtszeitraum in einer Konsolidierungsphase. Die Anbindung an den Merkmalseditor wurde abgeschlossen.

Es wurde im Rahmen eines Fortgeschrittenenpraktikums an der Universität Saarbrücken (Wintersemester 1991-92; betreuender Professor: W. Wahlster) damit begonnen, die Funktionalität von UDINE zu erweitern. Geplant ist eine Anbindung von UDINE an einen PRO



Ferner erfolgten im Berichtszeitraum Entwurf und Anfangsimplementierung einer semantischen Repräsentationssprache. NLL nennt sich die semantische Repräsentationssprache, die ursprünglich John Nerbonne und Joachim Laubsch an Hewlett-Packard Laboratories entwickelt haben. Sie besteht aus einem prädikatenlogischen Kern, hat einem Generalisierten Quantorenaufbau und enthält gezielt Entlehnungen aus der Situationssemantik (im wesentlichen die Termart des "restringierten Parameters"). Der Eigentümer der jetzigen Implementierung, Hewlett-Packard Labs, heißt die weitere Entwicklung der NLL im DFKI willkommen, zumal diese neue Anwendungsbereiche mit sich bringt, die zwangsläufig zu einer Elaborierung und zu einer härteren Probe für die Leistungsfähigkeit der Sprache führen müssen.

Die Arbeit an NLL im Herbst schloß im wesentlichen die Portierung auf SUN Allegro (vom Lucid CL) ein und theoretische Arbeit mit der Darstellung von Zeitausdrücken verschiedenster Art (Tempus, Zeitlokationsadverbiale, Durativa, Frequentativa), die in der DISCO-Anwendung (voraussichtlich Speditionsgeschäft) wichtig sein werden. Schließlich haben wir verschiedene Modelle für die Schnittstelle zwischen Merkmalsformalismus und NLL entworfen und bewertet. Der jetzige Plan sieht vor, daß ein Parser für Merkmalsformalismen geschrieben wird, von dem aus im Compilationsschritt NLL-Ausdrücke erzeugt werden. Ein Vorteil dieser Art Schnittstelle ist ihre leichte Portierbarkeit auf andere Merkmalsformalismen, z.B. den ASL-Formalismus.

#### 1.6.1.2. Teilprojekt Linguistische Verarbeitung

Die Untersuchungen zur Verwendung des "semantic-head-driven"-Verfahrens für Generierung und Parsing ergaben, daß eine effiziente Verarbeitung in beiden Richtungen beim gegenwärtigen Stand der Forschung noch nicht erreicht werden kann. Infolgedessen wird das Verfahren nur für die Generierungsrichtung eingesetzt.

Für Parsing wurde ein parameterisierbares Bottom-Up-Verfahren in Angriff genommen, das es erlaubt, spezielle Eigenschaften der Grammatik zu berücksichtigen. Dabei wurde als Basisverfahren der Algorithmus verwendet, der im Rahmen des LILOG-Projekts in Saarbrücken von Gregor Erbach entwickelt und beschrieben wurde. Die Implementation in CommonLisp und die Einbettung in das Gesamtsystem erfolgten ohne größere Schwierigkeiten. Im kommenden Arbeitsschritt sollen Parameterisierungen anhand konkreter Eigenschaften der verwendeten Grammatik gefunden werden, die zur Effizienzsteigerung beitragen.

Die verarbeitbaren Merkmalsstrukturen wurden um das Konzept funktionaler Werte erweitert, indem die Unifikation eines Merkmalwertes mit einem Funktionsaufruf definiert wurde.

Grundsätzlich können beliebige Funktionsaufrufe, die Merkmalsstrukturen in Merkmalsstrukturen abbilden, mithilfe des Unifikators verarbeitet werden. Die Auswertung der Funktion erfolgt erst bei Instantiierung ihrer Argumente. Nach der Auswertung wird der Funktionswert mit dem Merkmalswert unifiziert. Beispiele für Funktionen sind die Konkatenation von Zeichenketten, das Verlängern von listenartigen Strukturen und das Nonlocal-Prinzip, das die Beziehung zwischen bestimmten, voneinander entfernt stehenden Teilen eines Satzes erklärt.

Die gewählte Verarbeitungsweise trägt prozedurale Züge und unterscheidet sich von anderen Ansätzen (z.B. TFS), in denen große Disjunktionen zur deklarativen Darstellung rekursiver Relationen erzeugt und verarbeitet werden müssen. Der Nachteil dieser Ansätze ist ihre Ineffizienz bei größeren Fragmenten. In DISCO wird versucht, durch die prozeduralen Elemente diesen Nachteil zu vermeiden. Die derzeitige Beschränkung auf funktionale Werte schließt zwar Nichtdeterminismus und die Verwendung von "teuren" Disjunktionen aus, ist aber zu stark, um alle in HPSG vorkommenden Fälle abzudecken. In einem nächsten Schritt müssen daher entweder disjunktive Ergebnisse (von relationalen Aufrufen) zugelassen oder Kontrollstrukturen entwickelt werden, die Backtracking zulassen.

Die merkmalsbasierte Wortbildungsgrammatik der Morphologiekomponente X2MORF wurde an die Grammatik auf Satzebene angepaßt. Zur Darstellung syntaktischen und semantischen Wissens wurde ein Lexemlexikon erstellt. Es wurde eine Schnittstelle zwischen X2MORF und Lexemlexikon definiert, die diese beiden Komponenten integriert. Diese Schnittstelle erlaubt eine flexible Verteilung des morphosyntaktischen Wissens zwischen Morphlexikon und Lexemlexikon. Grundlage und Voraussetzung dafür ist eine einheitlich Lexikonarchitektur, die die Eigenschaften morphbasierter und lexembasierter Ansätze vereinigt.

Schon bisher konnte Derivation auf der rein morphologischen Ebene behandelt werden. Morphologisch komplexen Wörtern können einfache Einträge im Lexemlexikon zugeordnet werden. Die Verbindung wird über ein Merkmal "Stamm" hergestellt. Nunmehr wurden auch erste Versuche zur kompositionalen syntaktisch/semantischen Verarbeitung von mittels Derivation gebildeten Wörtern unternommen. Dazu wurde eine entsprechende Syntax und Semantik bestimmter Derivationsendungen entwickelt. Eine komplexe Schnittstelle zwischen morphologischer Verarbeitung und Lexemlexikon übernimmt die Anwendung und Verarbeitung des syntaktisch/semantischen Wissens.

Ein wesentlicher Aspekt im Berichtszeitraum war die Integration aller zur Zeit implementierten Module. Um auch zukünftig ein Höchstmaß an Flexibilität bezüglich der Weiterentwicklung des Gesamtsystems zu gewährleisten, wurde ein objekt-orienter Entwurf der Systemarchitektur von DISCO gewählt. Hierdurch werden folgende Punkte, die bei Entwicklungen von komplexen natürlichsprachlichen Systemen eine große Rolle spielen stark unterstützt:

- Integration neuer Module zur Erweiterung des Gesamtsystems
- Austausch von existierenden Modulen durch alternative Module

Grundlage für den modularen Systementwurf sind im wesentlichen folgende drei Arten von Modulen:

- Kontrollmodul: zentrale Steuerungskomponente
- linguistisches Modul: z.B. Morphologie, Parser, Generator
- Werkzeugmodul: z.B. Kommandointerpreter, Fehlerbehandlungskomponente, Ein/Ausgabekomponente

Das Kontrollmodul legt den Informationsfluß zwischen den linguistischen Modulen fest. Diese quasi externe Kopplung der linguistischen Module bietet folgende Vorteile:

- Möglichkeit zur Änderung des Informationsflusses, z.B. inkrementell vs. seriell
- Überprüfung der Ergebnisse eines Moduls, bevor sie der nächsten Komponente zur Weiterverarbeitung übergeben werden.

## Die Überprüfung der Ergebnisse

[The main body of the page is heavily obscured by horizontal black bars, rendering the text illegible.]

erweiterten Fragment fortgeführt. Grundlage bildete dabei eine Grammatikspezifikationsprache TDL (Type Description Language), die an den HPSG-Formalismus angelehnt ist und sich vor allem durch eine intensive Einbeziehung von Typen in die Beschreibungssprache auszeichnet. Beim Entwurf des Formalismus wurde neben einer großen Ausdrucksfähigkeit vor allem auch auf Einfachheit und Handhabbarkeit bei der Erstellung von Grammatiken geachtet. Der Formalismus dient als eine höhere Spezifikationsprache, in der letztendlich alle linguistischen Beschreibungen des Systems kodiert werden sollen. Vor allem durch die praktische Anwendung bei der Erstellung von Grammatiken konnten auch einige theoretisch nicht vorhersehbare Beschränkungen festgestellt werden, die in einer zweiten Version beseitigt werden sollen.

Während zu Beginn des Berichtszeitraums das Lexikon noch gewissermaßen von Hand erstellt und überprüft werden mußte, stand im weiteren Verlauf ein Interpreter zur Verfügung, der die linguistischen Spezifikationen für die Verarbeitung durch das Typ-System in TDL aufbereitet. Dadurch wurde die Arbeit am Lexikon wesentlich erleichtert, und es konnten komplexere Phänomenbereiche in Angriff genommen werden. Um die Arbeiten optimal auf die jeweils bestehenden Komponenten abstimmen zu können und Erfahrungen mit der Entwicklungsumgebung gewinnen zu können, konzentrierten wir uns zunächst auf morpho-syntaktische Probleme und Fragen der Schnittstelle von Lexikon und Morphologie. Als Fragmentbereich wurde dabei der Bereich der Adjektiv-, Determiner- und Nomen-Morphosyntax untersucht und eine entsprechende Typenhierarchie erstellt, die sich durch große Modularität und leichte Modifizierbarkeit auszeichnet.

In Verbindung dazu sind theoretische Arbeiten zu erwähnen, die ein umfassendes Konzept für die merkmalsbasierte Darstellung von lexikalischen Beziehungen, insbesondere die Beziehungen zwischen Flexion und der Derivation, ausgearbeitet hat (siehe Vorträge von Nerbonne und Krieger zu diesem Thema). Eine schriftliche Version dieser Arbeit ist in Vorbereitung.

Die Arbeiten zur Morphosyntax erstreckten sich auch auf syntagmatische Zusammenhänge im Bereich der Nominalphrase. Die Konstruktionen, die dabei abgedeckt wurden, stellen eine in

die Positionen von Nominalphrasen im Satz), und (ii) die relevanten Konstruktionstypen (z.B. koordinierter Satz). Die ersteren Informationen erlauben ein genaueres, d'è letzteren ein gezielteres Überprüfen der Grammatik.

Weitere Aktivitäten bezogen sich auf den Ausbau des Fragments für den Demonstrator, auf das Testen der Grammatikentwicklungsumgebung, auf theoretische Arbeiten, die einen umfassenden Gesamtrahmen für die Grammatik abgeben, und auf die Entwicklung eines Konzepts, das die sinnvolle Einbindung der Semantik in den Merkmalsformalismus erlaubt. Ferner wurden theoretische Ergebnisse im Bereich der derivativen Morphologie erzielt.

Das bereits im März 1991 zur Vorführung bei der Gutachtersitzung des wissenschaftlichen Beirates definierte Fragment erwies sich als zu anspruchsvoll für die Verarbeitungskomponente. Daher wurde ein zweites, mit wesentlich vereinfachten Mitteln beschriebenes Fragment erstellt, dessen Beschreibung trotzdem eine sinnvolle Grundlage für weitere Iterationen bildet. Die Fragmentabdeckung umfaßt auf der Satzebene derzeit nur Aussage- und Fragesätze mit einem einzigen Verb, erlaubt aber umso komplexere Konstruktionen im Bereich von nominalen Phrasen, die neben Eigennamen auch Determinatoren, Zahlwörter, Adjektive und nominale Ellipsen in weitgehend beliebiger Kombination enthalten dürfen. Damit bildet sie eine Grundlage für pragmatische Arbeiten, die in der zweiten Phase des Projekts stärker in den Mittelpunkt rücken werden. Das Fragment wurde darüberhinaus an die bestehende Morphologiekomponente angeschlossen, was zu einer weiterer Überarbeitung dieser Schnittstelle führen wird.

Eine weitere, sehr wichtige Funktion dieser Neubearbeitung der Grammatik war das Austesten der Grammatikentwicklungsumgebung, insbesondere des TDL-Systems, das die Beschreibungssprache und den Formalismus für die Grammatik lieferte. Obzwar aufgrund der Testergebnisse noch weitere Verbesserungen an diesem Werkzeug geplant sind, stellt es (auch nach Meinung der Gutachter des wissenschaftlichen Beirates des DFKI) bereits jetzt eines der besten Systeme seiner Art dar, die weltweit zur Verfügung stehen.

Die theoretische Arbeit wurde insbesondere unter Beteiligung von Prof. Carl Pollard, Professor of Linguistics and Computer and Information Sciences an der Ohio State University durchgeführt. Einer der Höhepunkte des wissenschaftlichen Austausches mit Prof. Pollard war ein zweitägiger Workshop zum Thema "HPSG im Deutschen". Trotz des international hohen Standards der eingereichten Vorträge, konnten vier Beiträge aus dem DISCO Projekt und drei weitere von Mitarbeitern des Lehrstuhls Prof. Uszkoreits (aus insgesamt 17 Vorträgen) akzeptiert werden.

Zur Einbeziehung der Semantik in die Grammatik fungiert der merkmalsbasierte Grammatikformalismus als semantische Metasprache, innerhalb deren Constraints über die Semantik (logische Form) ausgedrückt werden. Wir zeigen in neueren theoretischen Arbeiten, daß dieses Konzept sowohl dem Umstand Rechnung trägt, daß der Merkmalsformalismus grundsätzlich ausdruckschwächer ist und sein sollte, als auch eine Möglichkeit bietet, manche semantischen Constraints (z.B. Constraints, die aus Sortenrestriktionen entstehen) beliebig tief in die linguistische Verarbeitung miteinzubeziehen. Einen möglicher Nachteil dieser Sicht (daß nämlich die semantischen Constraints zu sehr auf die genaue sprachliche Realisierung der logischen Form abgerichtet sind) wollen wir durch eine zweischichtige Sicht der Semantik - konkrete und abstrakte - kompensieren.

Im Bereich der Derivation wurden theoretische Grundlagen zu einer vollständigen Inkorporation der Morphotaktik ins Lexikon gelegt. Damit ist es möglich, die Morphotaktik vollständig in Form von Merkmalsstrukturen zu beschreiben—dies hat den Vorteil, das (i) die zugrundeliegende Logik der Beschreibung klar ist und das (ii) es für einen Parser bzw. Generator egal ist, ob er auf der Satzebene oder auf der Wortebene arbeitet. Für die Derivation wurde gezeigt, daß man auf komplexe funktionale Abhängigkeiten verzichten kann und alleine mit reversiblen Funktionen auskommt. Dies ist besonders in Hinblick auf reversible Grammatiken wichtig, d.h. Parser und Generator verwenden die gleiche Grammatik. Für die Derivation konnte weiter gezeigt werden, daß es, analog zu hierarchischen Lexika für (freie) Wörter, Sinn macht, gleiches für Präfixe und Suffixe zu postulieren. Ebenso ist es, im Hinblick auf das HPSG-Paradigma, sinnvoll, Prinzipien und Regelschemata für die Derivation anzunehmen. Die



Forschungsergebnisse zur Derivation wurden auf einigen internationalen Workshops präsentiert und sehr positiv aufgenommen und diskutiert (vgl. dazu die Arbeiten von Krieger und Nerbonne).

### 1.6.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

Im Berichtszeitraum bestanden Kontakte zu folgenden Institutionen und Projekten:

#### DFKI-interne Kontakte:

- Projekt ASL: Lutz Euler, Univ. Hamburg; Prof. Günther Görz, Univ. Erlangen-Nürnberg
- Projekt Hydra, Prof. G. Smolka

#### Kontakte außerhalb des DFKI:

- Daimler-Forschung, Ulm. Abteilung für Mustererkennung, Prof.Dr. Schürmann. Sprachverarbeitung, Dipl.-Ing. Mangold, Dr. Regel, Dr. A. Brietzmann, Dipl.-Ing. Heisterkamp. Besuch von John Nerbonne in Ulm (Juli), Besuch von Mangold, Regel, Brietzmann und Heisterkamp bei DISCO (Dezember).
- Projekt Polygloss (Universität Stuttgart): Treffen mit Dr. Rémi Zajac und Martin Emele
- Dr. Nino Varile (CEC)
- CSLI Stanford and HP Labs. Einmonatiger Besuch von Dr. J. Laubsch. Arbeit mit John Nerbonne und Kader Diagne über NLL, die semantische Repräsentationssprache.
- Centre for Cognitive Science (University of Edinburgh): Besuch von Mike Reape
- CSLI (Prof. Ivan Sag)
- Siemens Forschung, Dr. U. Block, Dr. M. Gehrke, Dipl.-Inf. Streit. Besuch von John Nerbonne, Vortrag beim ASL-Semantiktreffen.
- Kontakte durch den HPSG-Workshop:
  - Prof. Dr. E. Hinrichs, Dr. D. Gerdemann, Uni Tübingen;
  - Dr. T. Nakazawa, NTT, Yokosuka;
  - Prof. R.Kasper, Andreas Kathol, The Ohio State University;
  - T. Kiss, IBM (Stuttgart);
  - Dr. K.Oliva, Gregor Erbach, Tilman Becker, Uni Saarbrücken;
  - S. Balari, Uni Barcelona;
  - O. Rambow, Uni Pennsylvania;

~~Prof. M. Reape, damals Edinburgh jetzt Dublin~~

- The Ohio State University, Prof. C.Pollard. Besuch im DISCO-Projekt für sechs Wochen, Juli /August.
- Univ. des Saarlandes, DFG GUK-Projekt, Prof. M. Pinkal
- Humboldt-Univ. Berlin. Dr. D. Reimann

- Institut für Medizintechnik der Fraunhofergesellschaft, St. Ingbert, Dr. J. Niggemann
- IBM Stuttgart, Dr. H.-J. Novak, Roland Seifert, LILOG-Projekt

### 1.6.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

#### Veröffentlichungen:

Rolf Backofen, Lutz Euler, Günther Görz: Distributed Disjunctions for LIFE. Proc. of the International Workshop on Processing Declarative Knowledge (PDK '91).

Rolf Backofen, Harald Trost, Hans Uszkoreit: Linking Typed Feature Formalisms and Terminological Knowledge Representation Languages in Natural Language Front-Ends. Erscheint in: Bauer, W. (Hrsg) Proc. of the GI Congress "Knowledge-Based Systems 1991", Springer, Berlin.

Stephan Busemann: Structure-Driven Generation from Separate Semantic Representations. Proc. 5th Conf. on

John Nerbonne: A Feature-Based Syntax/Semantics Interface, 2nd Conference on the Mathematics of Language (Special Interest Group of the Association for Computational Linguistics). IBM Yorktown Heights. 17.

Mai 1991.

John Nerbonne: A Feature-Based Lexicon, Linguistics Colloquium, The Ohio State University, Columbus, Ohio. 23. Mai 1991.

John Nerbonne: Nominal Comparatives and Generalized Quantifiers, BBN AI Seminar Series, Bolt Beranek and Newman, Cambridge, USA, 28. Mai 1991.

John Nerbonne, Klaus Netter, Abdel Kader Diagne, Ludwig Dickmann, Judith Klein: A Diagnostic Tool for German Syntax, ACL Workshop on the Evaluation of NLP Systems, Berkeley, 19. Juni 1991.

John Nerbonne: Partial Verb Phrases and Spurious Ambiguities. Workshop, HPSG in German. Saarbrücken, 8. August 1991.

John Nerbonne: Feature-Based Disambiguation. Workshop, Constraint Propagation, Linguistic Description, and Computation, Lugano, 19. September 1991.

John Nerbonne: Knowledge Representation, Meaning Representation and Feature Formalisms. KIT Workshop on Knowledge Representation and Language Processing, Technische Universität, Berlin, Okt. 1991.

John Nerbonne: Ein Merkmalbasiertes Lexikon für die Sprachverarbeitung, ASL Workshop zum Lexikon, Wandlitz, 26. Nov. 1991.

John Nerbonne: Constraint-Based Semantics. Eighth Amsterdam Colloquium, 20. Dec. 1991.

Klaus Netter and John Nerbonne: Morphosyntactic Phenomena in German Nominal Constructions: An HPSG Analysis. Workshop, HPSG in German. Saarbrücken, 8. August 1991.

Klaus Netter: Clause Union Phenomena and Complex Predicates in German. Annual DYANA Review, Edinburgh, 7. Februar 1991

Harald Trost: Erweiterte Zwei-Ebenen-Morphologie - Ein effizientes System zur automatischen Analyse und Generierung von Wortformen, Habilitationsvortrag an der Universität Wien, Wien, 26. Februar 1991.

Harald Trost: Das Lexikon und die morphologische Verarbeitung in natürlichsprachigen Systemen, Vortrag am Österreichischen Forschungsinstitut für Artificial Intelligence, Wien, 27. Mai 1991.

Harald Trost: Natural Language Interfaces to Data Bases, Workshop Sprachtechnologie und Praxis der maschinellen Sprachverarbeitung, Bad Homburg, 29. Mai 1991.

Harald Trost: Das Lexikon und die morphologische Verarbeitung in natürlichsprachigen Systemen, Berufungsvortrag an der Universität Ulm, 5. Juni 1991.

Harald Trost: DISCO - Ein natürlichsprachiges Front-End für Planungssysteme in Multi-Agenten-Umgebungen, Vortrag an der Universität Bielefeld, 14. Juni 1991.

Harald Trost: X2MORF: A Morphological Component Based on Two-Level Morphology. Proceedings 12th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-91), Sydney, 30. August 1991.

Hans Uszkoreit: The Competence-Performance Distinction in Declarative Grammar Frameworks, Vortrag an der University of Texas at Austin, 27. März 1991

Hans Uszkoreit: Strategies for Efficient Processing with Declarative Grammars, Vortrag am MCC in Austin Texas, 28. März 1991.

Hans Uszkoreit: Unification Grammars in Machine Translation, Vortrag auf dem Japanese-German Workshop on Machine Translation in Kyoto, Japan, 11. April 1991.

Hans Uszkoreit: Efficient Processing with Unification-Based Grammars, Vortrag auf dem Workshop Sprachtechnologie und Praxis der maschinellen Sprachverarbeitung bei der Werner-Reimers-Stiftung in Bad Homburg, 28. Mai 1991.

Hans Uszkoreit: Strategien zur Kontrolle der linguistischen Deduktion, Computerlinguistisches Kolloquium an der Universität des Saarlandes, 6. Juni 1991.

### Veranstaltungen:

Rolf Backofen, Hans-Ulrich Krieger (Prof. Wahlster): Integration von getypter Merkmalslogik und Vererbungsnetzwerken (Fortgeschrittenenpraktikum "Wissensbasierte Systeme", WS 91/92).

Stephan Busemann, Jörg Niggemann (Prof. Wahlster): Natürlichsprachliche Beschreibung von Nervenfaserverläufen aufgrund graphischer Repräsentationen (Fortgeschrittenenpraktikum "Wissensbasierte Systeme", WS 91/92)

Stephan Busemann und Hans-Joachim Novak (IBM Deutschland): Generierung natürlicher Sprache. Kurs auf der KI-Frühjahrsschule in Günne 1.-10. März 1991

Stephan Busemann und Karin Harbusch: Generierung natürlicher Sprache. (Vorlesung, SS 91).

Stephan Busemann, H.-U. Krieger, John Nerbonne, Klaus Netter, Harald Trost: Das strukturierte Lexikon in der maschinellen Sprachverarbeitung (Hauptseminar, WS 90/91)

Hans Haugeneder (SIEMENS München) und Harald Trost: Linguistische Wissensquellen für das Deutsche: Beschreibungsformalismen und Verarbeitungsmodelle. Kurs auf der KI-Frühjahrsschule in Günne 1.-10. März 1991

- John Nerbonne, Klaus Netter: The Structure of the Lexicon in NL Systems (Advanced Course), The Third European Summer School in Language, Logic and Information, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Hans Uszkoreit: Grammatikformalismen (Vorlesung und Übung. SS 91), 12.-23. August 1991  
 Klaus Netter, Maike Paritong, Hans Uszkoreit: Syntax des Deutschen (Forschungsseminar. SS 91)  
 Klaus Netter: Lexikalisch-funktionale Grammatik und maschinelle Übersetzung. (Vorlesung SS 1991)  
 Klaus Netter: Tutorial 'Head Driven Phrase Structure Grammar'. Annual Workshop of EUROTRA, St. Maximin, September 13th, 1991.  
 Klaus Netter: Constraint-Based Grammar Formalisms. First Swiss Summerschool in Natural Language Processing (SGAICO), Lugano, September 23rd - 26th, 1991.  
 Hans Uszkoreit: Computerlinguistik und Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft (Kolloquium. SS 91)  
 Hans Uszkoreit: Probleme der Computerlinguistik (Kolloquium. SS 91)

#### 1.6.4. Personalia

Harald Trost schied zum 31.10.91 auf eigenen Wunsch aus dem Projekt aus, um an das Österr. Forschungsinstitut für AI in Wien zurückzukehren.

Zum 31. Dezember bestand die DISCO-Gruppe aus:

Prof. Dr. H. Uszkoreit (Leiter)	(0681-302-5281)
Dipl.-Inform. R. Backofen	(0681-302-5298)
Dr. S. Busemann	(0681-302-5286)
Dipl.-Inform. B. Kiefer	(0681-302-5285)
Dipl.-Inform. H.-U. Krieger	(0681-302-5299)
Dr. J. Nerbonne	(0681-302-5300)
Dipl.-Inform. G. Neumann	(0681-302-5283)
K. Netter, M.A.	(0681-302-5283)

## 1.7. Projekt HYDRA

Das Projekt HYDRA (Hybride Werkbank zur Konstruktion von deduktiven Problemlösern in wissensbasierten Systemen: Berechnung und Deduktion mit Constraints) wird vom BMFT gefördert (Förderkennzeichen: ITW 9105) und hat eine Laufzeit vom 1. Juni 1991 bis 31. Mai 1995.

Das Projekt basiert auf dem Ansatz des "Constraint Logic Programming". Ziel des Projektes ist die Analyse, der Entwurf und die Implementierung eines hybriden Deduktionsarbeitsplatzes für logikbasiertes Problemlösen. Das angestrebte System wird die inkrementelle Konstruktion von komplexen Deduktionssystemen auf der Basis einfacherer Systeme erlauben. Es wird verschiedene eingebaute constraint-Systeme aufweisen, von denen einige spezialisiert sind auf Anwendungen im Bereich Wissensrepräsentation und Wissensverarbeitung. Die Vision hinter HYDRA ist eine Umgebung, in der man deduktive Problemlösungsmaschinen in ähnlicher Weise entwickelt wie man heute komplexe Programme aus einfachen entwickelt.

### 1.7.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Residuierung und Guarded Rules sind neue und vielversprechende Konzepte für die Constraint-Programmierung, die zu Projektbeginn (1. Juni 1991) sowohl theoretisch als auch praktisch kaum verstanden waren. Hier wurden im Berichtszeitraum entscheidende Fortschritte erzielt. Sowohl über die theoretischen als auch die praktischen Ergebnisse sind

In der in Schweden am SICS in Entwicklung befindlichen Programmiersprache "Andorra Kernel Language" (AKL) finden sich zu Residuierung und Guarded Rules verwandte Konzepte. Wir haben daher eine enge Kooperation mit der AKL-Gruppe aufgenommen. Insbesondere stellte uns Sverker Janson, der Hauptimplementeur von AKL, seine experimentelle Implementation zusammen mit den Quellprogrammen zur Verfügung. Aus der Analyse dieses Demonstrators konnten wichtige Erkenntnisse für die in Hydra zu implementierende abstrakte Maschine gewonnen werden.

Zusammen mit der AKL-Gruppe am SICS und anderen europäischen Partnern haben wir einen Antrag auf eine ESPRIT Basic Research Action ACCLAIM gestellt, deren Ziel die Weiterentwicklung aller Aspekte der nebenläufigen Constraint-Programmierung ist. Da im Zusammenhang mit ACCLAIM auch ein entsprechendes NSF-Projekt in den USA beantragt wird, bietet sich für Hydra die Chance, auf diesem neuen und vielversprechenden Forschungsgebiet eng mit den anderen weltweit führenden Forschungsgruppen zusammen zu arbeiten.

Durch die Entwicklung des Berechnungsmodells HCM einerseits und die Analyse der AKL-Implementation andererseits konnte im Berichtszeitraum eine hervorragende Basis für den konkreten Entwurf der abstrakten Maschine geschaffen werden.

Auch im Arbeitspaket TFS konnten wichtige Fortschritte erzielt werden. Zum einen wurde der Begriff des Feature-Baums entwickelt und mathematisch präzise gefaßt. Dies ist wichtig, da Feature Bäume in Hydra als die zentrale Datenstruktur verwendet werden. Je nach dem welche Constraints man über Feature-Bäumen betrachtet, erhält man Systeme unterschiedlicher Expressivität. Im Berichtszeitraum wurde das grundlegende System FT genau untersucht, mit dem insbesondere die üblichen Feature-Beschreibungen ausgedrückt werden können. Durch Hinzunahme einer weiteren primitiven Constraint-Form erhält man das System CFT, in dem auch Konstruktorbeschreibungen ausdrückbar sind.

Für FT konnten drei wichtige Ergebnisse erzielt werden. Erstens wurde eine rekursive Axiomatisierung für FT entwickelt, und zwar zusammen mit einem Entscheidungs- und Simplifikationsverfahren für die volle Theorie erster Ordnung von FT. Dies bedeutet insbesondere, daß Constraints mit Quantoren behandelt werden können. Zweitens wurde eine relative Simplifikationsmethode entwickelt, wie sie für die Implementierung in Hydra erforderlich ist. Drittens wurde die Unabhängigkeitseigenschaft von FT gezeigt, die es erlaubt, negative Constraints mit der relativen Simplifikationsmethode zu behandeln. Das erste Ergebnis wurde in Zusammenarbeit mit Rolf Backofen aus dem DFKI-Projekt DISCO erzielt und wird im nächsten Berichtszeitraum veröffentlicht werden. Die beiden anderen Ergebnisse wurde in Zusammenarbeit mit Hassan Ait Kaci vom Digital Paris Research Laboratory sowie Andreas Podelski vom LITP, Université Paris 7, erzielt. Das entsprechende Papier wurde für die International Conference on Fifth Generation Computer Systems im Juni 1992 in Tokio eingereicht und zur Präsentation auf der Konferenz sowie zur Veröffentlichung im Tagungsband angenommen.

### **1.7.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen**

#### DFKI-interne Kontakte:

- Zusammen mit Rolf Backofen vom DFKI-Projekt DISCO hat Gert Smolka eine vollständige Axiomatisierung der Theorie der Feature Bäume erstellt. Diese Arbeit wird zur Veröffentlichung eingereicht werden.
- Weitere DFKI-Interne Kontakte siehe ESPRIT-Projekte COMPULOG II und CALE.

#### Kontakte außerhalb des DFKI:

- Zusammen mit Hassan Ait Kaci vom Digital Paris Research Laboratory sowie Andreas Podelski (LITP, Université Paris 7) hat Gert Smolka eine Arbeit über relative Simplifikation für ein Feature-basiertes Constraintsystem erstellt. Diese Arbeit wurde für die International

Conference on Fifth Generation Computer Systems 1992 in Tokio eingereicht und zur Präsentation auf der Konferenz sowie zur Veröffentlichung im Tagungsband angenommen.

- Mit Sverker Janson vom Swedish Institute of Computer Science (SICS) wurde auf Konferenzen und über elektronische Post eine intensive Diskussion über die Implementierung von Andorra-ähnlichen Sprachen geführt.
- Im Berichtszeitraum wurden vom Projekt Hydra folgende Besucher nach Saarbrücken eingeladen:
  - Prof. Alan Frisch von der University of Illinois at Urbana-Champaign, USA.
  - Dr. Paul King vom CSLI, Stanford University, USA
  - Dr. Michael Maher vom IBM T. J. Watson Research Center, Yorktown Heights, USA.
  - Jörg Würtz von der Fachgruppe Intellektik der TH Darmstadt.
- Des weiteren wurden im Rahmen der Antragstellung von insgesamt vier ESPRIT-Projekten mit folgenden Forschern Kontakte neu geknüpft, beziehungsweise weiter ausgebaut:

ESPRIT Projekt (BRA) ACCLAIM: Advanced Concurrent Constraint Languages: Applications, Implementation and Methodology

- Hassan Aït Kaci, DEC Paris Research Laboratory
- Philippe Codognet, INRIA
- Bart Demon und Patrick Weemeeuw, Katholieke Universiteit Leuven
- Manuel Hermenegildo, Universidad Politécnica Madrid

- Alberto Pettorossi, Universität Rom II

Frankfurt am Main

- Sten-Ake Tamlund, Universität Uppsala.

#### ESPRIT Projekt CALE: Computer Aided Linguistic Engineering

- Hassan Ait Kaci, DEC Paris Research Laboratory
- Hans Uszkoreit, DFKI
- John Arnold Bateman, GMD
- Antonio Zampolli, Universität Pisa
- Gerhard Freibott, Krupp Industrietechnik
- Dominique Maret, SITE, Velizy Villacoublay
- J. McNaught, University of Manchester
- José Gabriel Pereira Lopes, UNINOVA Lissabon
- Gabriel Bès, Universität Clermont-Ferrand
- Rémi Zajac, Universität Stuttgart.

#### ESPRIT Projekt CCL: Construction of Computational Logics

- Jean-Pierre Jouannaud und Hubert Comon, LRI, Orsay
- Mehmet Dincbas und Helmut Simonis, COSYTEC, Orsay
- Harald Ganzinger, MPI, Saarbrücken
- Claude und Hélène Kirchner, INRIA, Nancy
- Tobias Nipkow, Technische Universität München
- Fernando Orejas, Universidad Politecnica de Catalunya
- Mario Rodríguez Artalejo, Universidad Complutense de Madrid.

### 1.7.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

#### Veröffentlichungen:

Michael Mehl: Nichtmonotone Aspekte des fallbasierten Schließens und deren Fundierung in Default-Logik mit Prioritäten. SEKI Report SWP-91-04, Fachbereich Informatik der Universität Kaiserslautern. November 1991.

Gert Smolka (mit M. Schmidt-Schauß): Attributive Concept Descriptions with Unions and Complements. *Artificial Intelligence* 48, 1991, 1-26.

Gert Smolka (mit B. Nebel): Attributive Description Formalisms ... and the Rest of the World. In O. Herzog and C.-R. Rollinger (eds.), *Textunderstanding in LILOG: Integrating Computational Linguistics and Artificial Intelligence*, Lectures Notes in Artificial Intelligence 546, Springer-Verlag, 1991, 439-452.

Gert Smolka (mit H. Ait-Kaci und A. Podelski): A Feature-Based Constraint System for Logic Programming



Ralf Treinen: A New Method for Undecidability Proofs of First Order Theories. Angenommen zur Veröffentlichung im Journal of Symbolic Computation.

### Vorträge:

- Michael Mehl: Retrieval in Case-Based Reasoning using preferred subtheories. Second International Workshop on Nonmonotonic and Inductive Logics. 2. bis 6. Dezember 1991, Schloß Reinhardsbrunn, Thüringen.
- Gert Smolka: Feature Constraint Systems, Research Seminar, INRIA, Rocquencourt, Frankreich, 27. Sept. 1991.
- Gert Smolka: New Computation Models for Logic Programming, Computer Science Logic Conference 1991, Bern, Schweiz, 11. Oktober 1991.
- Gert Smolka: Constraint Programming based on Relative Simplification, Workshop on Theorem Proving and Logic Programming with Constraints, Schloß Dagstuhl, 20. bis 26. Oktober 1991.
- Gert Smolka: Constraint Programming based on Relative Simplification, AAAI Fall Symposium on Principles of Hybrid Reasoning, Asilomar, California, 15. November 1991.
- Gert Smolka: Feature Constraint Systems, Xerox PARC, Palo Alto, California, 18. Nov. 91.
- Ralf Treinen: Modulare Datentypdefinitionen und Ihre Beziehungen zur Logik erster Stufe. Promotionskolloquium an der Technischen Fakultät der Universität des Saarlandes, 5. Dezember 1991.
- Ralf Treinen: First Order Data Types and First Order Logic. International Conference on Theoretical Aspects of Computer Software. Sendai, Japan, 24. bis 27. September 1991.
- Ralf Treinen: Hierarchical Equational Problem. Workshop on Theorem Proving and Logic Programming with Constraints. Schloß Dagstuhl, 20. bis 26. Oktober 1991.

### Veranstaltungen:

- Gert Smolka: Computational and Logical Foundations of Unification Grammars, Kurs (5 Vorlesungen) auf der 3rd European Summer School in Language, Logic and Information, Saarbrücken, 19.-23. August 1991.
- Gert Smolka: Logische Berechnung, Vorlesung (4-stündig), Universität des Saarlandes, Wintersemester 91/92.
- Gert Smolka: Organisation des Seminars „Theorem Proving and Logic Programming with Constraints“, Schloß Dagstuhl, Wadern, 20.-26. Oktober 1991 (zusammen mit Hubert Comon, Harald Ganzinger, Claude und Hélène Kirchner, Jean-Louis Lassez)

### **1.7.4. Personalia**

Am 1. August 1991 hat Dipl. Inform. Ralf Treinen (Arbeitspaket TFS; vorher Universität des Saarlandes) seine Arbeit in Hydra aufgenommen.

Am 1. Oktober 1991 hat Dipl. Inform. Michael Mehl (Arbeitspaket AMC; vorher Universität Kaiserslautern) seine Arbeit in Hydra aufgenommen.

Am 5. Dezember 1991 wurde Ralf Treinen von der Technischen Fakultät der Universität des Saarlandes mit "summa cum laude" zum Dr.rer.nat. promoviert.

Zum 31. Dezember bestand die HYDRA-Gruppe aus:

Prof. Dr. G. Smolka (Leiter)	(0681-302-5311)
M. Henz, M.S.	(0681-302-5310)
Dipl.-Inform. M. Mehl	(0681-302-5313)
Dipl.-Inform. R. Scheidhauer	(0681-302-5313)
Dr. R. Treinen	(0681-302-5314)
Dipl.-Inform. J. Würtz	(0681-302-5308)

## 1.8. Projekt PHI

Das Projekt Planbasierte Hilfesysteme (PHI) wird vom BMFT gefördert (Förderkennzeichen: ITW 9000 8) und läuft vom 1. Januar 1990 bis 31. Dezember 1993.

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 logikorientierter Ansatz verfolgt. Geeignete logische Formalismen werden untersucht und bilden die Grundlage für eine Implementierung.

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 Planer, 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.

### 1.8.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Die Betrachtungen wurden zum logischen Repräsentationsformalismus. Ausgehend von den formulierten Anforderungen und der Untersuchung verschiedener Zeit- und Programmlogiken konnte eine gemeinsame logische Basis für Plangenerierung und -erkennung definiert werden. Sie kombiniert eine *intervallbasierte* Temporallogik (*Choppy Logic*), die Rosner und Pnueli ausgehend von der sogenannten *Process Logic* entwickelt haben, mit einer temporalen *Programmlogik*, wie sie von Kröger in "Temporal Logic of Programs" beschrieben wird.

In diesem Rahmen werden die Kommandos der Anwendungsdomäne, ähnlich wie Zuweisungen in Programmlogiken, als elementare Operationen axiomatisiert. Damit erhält man ein Axiomenschema für jede Operation, das sowohl ihre Effekte, als auch ihre Invarianten beschreibt. Die Formulierung eigener Rahmenaxiome ist also nicht notwendig.

Aus den elementaren Operationen entstehen Pläne durch *Hintereinanderausführung* (;), *Fallunterscheidung* (if ... then ... else) und *Wiederholung* (while). Dabei erlaubt der *chop*-Operator (;) nicht nur die Kombination von Elementaroperationen, sondern verknüpft auch komplexe Pläne miteinander. Pläne sind ausgezeichnete Formeln der zugrunde liegenden Logik. Wir unterscheiden zwischen *abstrakten* und *konkreten* (nur voll instanziierte Basisoperationen und ; enthaltenden) Plänen. Abstrakte Pläne enthalten Variablen, höhere Konstrukte (*while* etc.) sowie zeitliche Freiheitsgrade.

Aufbauend auf diesem logischen Formalismus, der in einem DFKI-Report dokumentiert werden wird, haben wir Plangenerierungsregeln entwickelt, mit denen bereits einfache abstrakte Pläne aus formalen Spezifikationen abgeleitet werden können.

Im Bereich der Wiederverwendung von Plänen wurde ein erster Ansatz zur Formalisierung der Interpretation und Modifikation eines wiederzuverwendenden Planschemas  $p'$  entwickelt.

Bei Untersuchungen zur Art des am besten geeigneten Beweiskalküls konnten Beziehungen zur Konnektionsmethode von W. Bibel festgestellt werden. Die Arbeiten konzentrieren sich deshalb zur Zeit auf die Möglichkeit, Formeln der in PHI verwendeten modallogischen Sprache als Matrix darzustellen und die Interpretation eines Spezifikationsschemas bezüglich einer aktuellen Planspezifikation durch einen linearen Konnektionsbeweis in der entsprechenden Matrix zu formalisieren.

Im Berichtszeitraum wurde damit begonnen, die Generierung optimaler Pläne zu untersuchen. Dabei wird folgende Definition zugrundegelegt:

Ein konkreter Plan ist *optimal*, wenn er zu seiner Ausführung für den Anwender unter Berücksichtigung dessen Wissens die bestmögliche Alternative zur Erreichung dessen Zieles darstellt.

Daraus ergeben sich bestimmte Anforderungen an den Generierungsprozeß:

- es dürfen nur Pläne erzeugt werden, die dem Wissen des Anwenders gerecht werden (z.B. werden nur die Aktionsaxiome aus der logischen Formalisierung der Domäne, die dem

### 1.8.1.1. Plangenerierung

Die Arbeiten zur gemeinsamen logischen Basis für Planerkennung und -generierung wurden abgeschlossen. Syntax und Semantik der intervallbasierten modalen Temporallogik LLP (Logical Language for Planning) sind vollständig definiert. Zur deduktiven Plangenerierung und -erkennung wird ein Sequenzenkalkül verwendet. Dazu wird der von Wallen in "Automated Deduction in Nonclassical Logics" beschriebene vollständige Sequenzenkalkül für S4 um Regeln für die neuen Modaloperatoren O (next) und ; (chop) erweitert sowie um Regeln zur Behandlung der Kontrollstrukturen *if...then...else* und *while*.

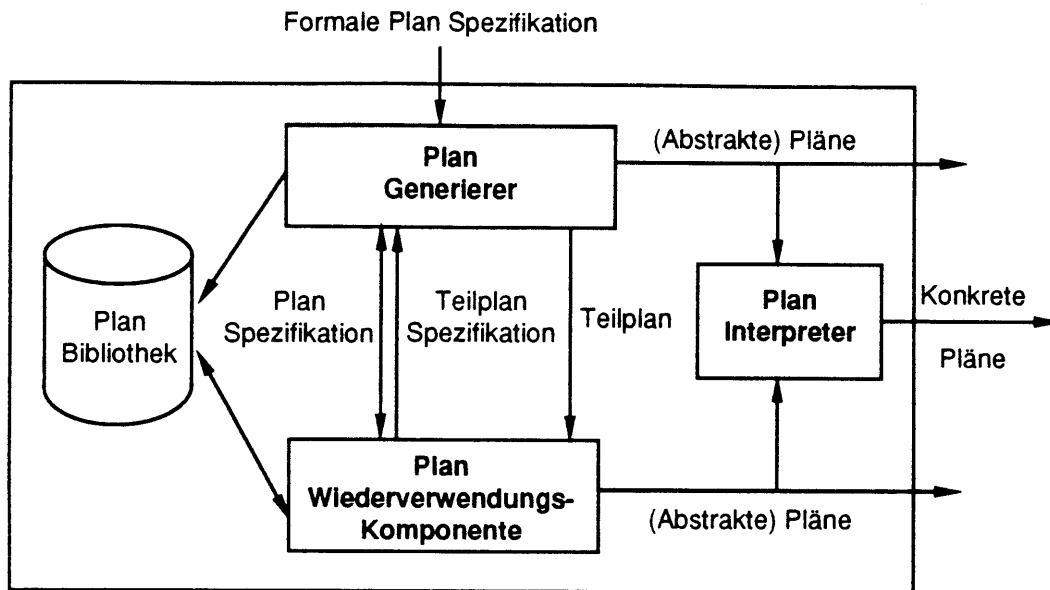
Der Schwerpunkt der Arbeiten lag in der Konzeption des deduktiven Planers, der Pläne aus formalen Spezifikationen erzeugt.

*Pläne* sind spezielle LLP-Formeln, die Basisaktionen beschreiben oder mit Hilfe der Kontrollstrukturen ; , *if...then...else* und *while* aus Basisaktionen aufgebaut werden. *Planspezifikationen* sind LLP-Formeln, die Metavariablen für Planformeln enthalten. Neben totalen oder partiellen Korrektheitsaussagen, die die Zielzustände beschreiben, die durch Ausführen des Planes erreicht werden, können Planspezifikationen auch als sogenannte *liveness properties* formuliert werden. Sie beschreiben dann Eigenschaften, die *während* der Ausführung eines Planes eintreten sollen.

Pläne erzeugt man nun mit Hilfe eines Sequenzenbeweises der entsprechenden Planspezifikation. Während dieses Beweises werden die Planmetavariablen in der Planspezifikation mit Planformeln instanziiert, die, falls der Beweis gelingt, einen Plan beschreiben, der die Spezifikation erfüllt. Um Pläne auf diese Weise *automatisch* zu erzeugen, ist es notwendig, Strategien zu entwickeln, die die Beweissuche steuern.

Im Berichtszeitraum wurden Strategien zur Generierung sequentieller Pläne aus Planspezifikationen vom Typ *liveness property* entwickelt. Eine besondere Rolle spielt dabei die Identifikation von Teilzielen (subgoals) und Zusicherungen (assertions), falls die Anwendung einer Sequenzenregel mehrere Sequenzen erzeugt. Teilziele sind solche, aus denen die Instanziierung einer Planmetavariablen gewonnen werden kann, während die Zusicherungen bestimmte Eigenschaften des neuen Planes (z.B. den Erhalt bestimmter Rahmenbedingungen) beschreiben. Diese Eigenschaften können erst dann bewiesen werden, wenn der Plan vollständig generiert worden ist. Weitere Aspekte betreffen die gezielte Einführung neuer Planmetavariablen in eine Formel (Erzeugung von Teilplänen) sowie den zielgerichteten Beweis von Zusicherungen.

Im Architekturmodell des Planungssystems wurde die Integration von *Planning from First Principles* und *Planning from Second Principles*, d.h. das Zusammenwirken von deduktivem Plangenerierer und der Planwiederverwendungskomponente, weiter konkretisiert (siehe Abbildung). Das Planungssystem arbeitet nun wie folgt.



Eine formale Planspezifikation, die das aktuelle Planungsproblem repräsentiert, wird vom Plan-Generierer an die Wiederverwendungskomponente übergeben. Diese versucht, aus der Planbibliothek einen Plan zu bestimmen, der verwendet werden kann, um das aktuelle Planungsproblem zu lösen.

Wird ein geeigneter Plan gefunden, so untersucht die Wiederverwendungskomponente, ob dieser Plan unverändert zur Lösung des aktuellen Problems übernommen werden kann. Im allgemeinen wird dies nicht der Fall sein, d.h. ein Modifikationsprozeß muß gestartet werden. Dieser Modifikationsprozeß realisiert *Planning from Second Principles*, d.h. er nutzt das im wiederzuverwendenden Plan repräsentierte Wissen, um das aktuelle Planungsproblem zu lösen. Der Plan wird dabei so modifiziert, daß er eine Lösung auch für das aktuelle Planungsproblem liefert.

Plangenerierer und Planwiederverwendungskomponente arbeiten eng zusammen: die Wiederverwendungskomponente bestimmt indirekt die Teile des Plans, die zu verändern sind. Sie erzeugt z.B. Spezifikationen für diejenigen Teilpläne, um die der Plan ergänzt werden muß.

Diese Teilpläne werden vom Plangenerierer erzeugt und von der Wiederverwendungskomponente an der "richtigen" Stelle in den zu modifizierenden Plan eingefügt.

Kann in der Planbibliothek kein Kandidat gefunden werden, der zur Wiederverwendung in Frage kommt, erzeugt der Generierer aus der Planspezifikation einen neuen Plan (*Planning from First Principles*).

Zahlreiche Beispiele haben gezeigt, daß die Planmodifikation wie oben beschrieben für Plan

Ein weiterer Aspekt der Zusammenarbeit betraf die Übertragung modallogischer Planspezifikationen in die von ihm entwickelte Situationslogik.

### 1.8.1.2. Planerkennung

Nach dem erfolgten Entwurf der logischen Sprache und der Entscheidung, einen in Prolog implementierten Sequenzenkalkül zu verwenden, wurde der erste Prototyp eines *iterativen Planerkenners* entworfen. Er wird z. Zt. implementiert.

In diesem Ansatz wird Planerkennung aufgefaßt als

*ein iterativer Hypothesenselektionsprozeß, so daß die  
Hypothesen die beobachteten Aktionen erklären können.*

Im allgemeinen enthalten die Planhypothesen hierbei verschiedene Freiheitsgrade:

- Kommandos enthalten formale statt aktuelle Parameter.
- Die temporale Struktur kann mehrdeutig sein, z.B. bedeutet sometimes(EX(a)), daß die Aktion a irgendwann auftreten kann.
- Alternative Aktionen können angegeben werden.
- Statt realer Kommandos können abstrakte Kommandos auftreten.

Zu Beginn des Erkennungsprozesses liegt eine Hypothesenmenge, die von der Plangenerierung geliefert wurde, vor. Zusammen mit der aktuellen Beobachtung wird jetzt die Folgehypothesenmenge erzeugt, derart daß jede Hypothese in der neuen Menge die Beobachtungen erklären kann.

Zusätzlich zur Hypothesenmenge wird zu jeder Hypothese eine Formel geliefert. Diese Formel beschreibt einerseits, welche Aussagen vor Ausführung des Planes gelten müssen (Vorbedingungen), andererseits welche Constraints zwischen Kommandos innerhalb der Hypothese erfüllt sein müssen.

Jede neue Beobachtung initiiert einen Iterationsschritt. Während der Iteration wird getestet :

1. ob die Beobachtung prinzipiell von der Planhypothese erklärt werden kann (basic plan recognition),
2. ob die von der Generierung gelieferten Vorbedingungen erfüllt sind (test against current state), und
3. ob Constraints zwischen Kommandos eingehalten werden (constraint evaluation).

Vollständig erkannte Pläne werden aus der neuen Hypothesenmenge herausgenommen und an das Anwendungssystem geliefert. Ist die neue Hypothesenmenge leer, d.h. sind keine Erklärungen für die bisherigen Beobachtungen möglich, wird der Plangenerierer aktiviert und liefert eine neue Hypothesenmenge (1. Cross-Talk-Mode).

Neben dem Design des Prototypen werden Konzepte untersucht, die die Entwicklung eines abduktiven inkrementellen Planerkenners ermöglichen. Dieser soll auf sog. *compiliertem Wissen* aufbauen, um eine effizientere Abarbeitung der Hypothesen zu ermöglichen. Das heißt, die vom Plangenerierer gelieferten Hypothesen werden in eine der inkrementellen Abarbeitung besser angepaßte Form transformiert, so daß der eigentliche Erkennungsprozeß effizienter wird.

### 1.8.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

Im Berichtszeitraum bestanden Kontakte zu folgenden Institutionen und Personen:

#### DFKI-interne Kontakte:

- DFKI Kaiserslautern, Dr. F. Schmalhofer

#### Kontakte außerhalb des DFKI:

- Sektion Mathematik & Informatik, Technische Hochschule Leipzig, Prof. K.-P. Jantke
- Institut für Logik, Komplexität und Deduktionssysteme, Universität Karlsruhe, Dr. W. Stephan
- EL SW Performance and Human Factors, IBM Labor Böblingen, Dr. T. Fehrlé
- Forschungsgruppe Intellektik, Technische Universität München, Dr. B. Fronhöfer
- Sektion Informatik, Universität Leipzig, Dr. H. Herre
- Department of Computer Science, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel, Dr. R. Rosner
- Center for Design Research and Department of Computer Science, Stanford University, Stanford, CA, S. Kambhampati, Prof. M. L. Ginsberg
- Department of Artificial Intelligence, University of Edinburgh, Edinburgh, D. Reid
- Artificial Intelligence Center SRI International und Stanford University, Prof. Dr. R. Waldinger
- Department of Computer Science, University of Waterloo, Ontario, Canada, Dr. P. van Arragon
- Department of Computer Science, University of Essex, England, Dr. S. Steel
- Department of Computer and Information Sciences, University of Delaware, C. Dierbach

### 1.8.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

#### Veröffentlichungen:

- M. Bauer, S. Biundo, D. Dengler, M. Hecking, J. Köhler, G. Merziger:  
Integrated Plan Generation and Recognition - A Logic-Based Approach. Wissensbasierte Systeme - Verteilte Künstliche Intelligenz, 4. Internationaler GI-Kongreß, München, Oktober 1991, Informatik Fachberichte, Springer Verlag 1991.
- M. Bauer, S. Biundo, D. Dengler, M. Hecking, J. Köhler, G. Merziger:  
PHI - Planbasierte Hilfesysteme. Beiträge zum 5. Workshop "Planen und Konfigurieren", A. Günter, R. Cunis (Hrsg.) Bericht LKI-M-1/91, Labor für Künstliche Intelligenz, Universität Hamburg, 1991.
- J. Köhler: Approaches to the Reuse of Plan Schemata in Planning Formalisms.  
Technical Memo TM-91-01 Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH  
Januar 1991.

#### Vorträge:

- S. Biundo: Automatische Synthese von Plänen und Programmen. Colloquium Algorithmisches Lernen Leipzig (CALL), Technische Hochschule Leipzig, 29.1.1991.
- S. Biundo: Das Projekt PHI und andere Forschungsvorhaben am DFKI. Colloquium Algorithmisches Lernen Leipzig (CALL), Technische Hochschule Leipzig, 29.1.1991.

- S. Biundo: Integrated Plan Generation and Recognition - A Logic-Based Approach.  
4. Internationaler GI-Kongreß, München, 23.10.1991.
- W. Wahlster: Deductive Plan Recognition for Active Help Systems.  
ATR-Kolloquium, Kyoto, Japan, 7.11.1991
- W. Wahlster: Planerkennung als Grundlage für intelligente Benutzerschnittstellen.  
DEC-Symposium, Köln, 25.11.1991
- W. Wahlster: Intelligente Benutzerschnittstellen. BTW Tagestutorium, Kaiserslautern, 4.3.1991.

### Veranstaltungen:

- Präsentation der PHI-Ergebnisse durch W. Wahlster, S. Biundo und M. Hecking vor dem wissenschaftlichen Beirat des DFKI in Kaiserslautern am 30.9.1991.
- M. Bauer, G. Merziger: Fortgeschrittenen Praktikum "Wissensrepräsentation für PHI" WS 1990/91 und SS 1991.
- S. Biundo: Vorlesung "Deduktive Planungsverfahren" WS 1990/91.
- S. Biundo, D. Dengler: Fortgeschrittenen Praktikum "Planen durch deduktive Programmsynthese" SS 1991.
- H. Herre: Kompaktkurs "Metamathematik formalisierter Wissenssysteme" Februar 1991
- W. Wahlster: Tutorial "User Modeling and Plan Recognition", 8.-10.7.1991, Intern. KI-Sommerschule, Prag, CSFR

### **1.8.4. Personalialia**

- 26.2.1991 Professor Dr. Wolfgang Wahlster wird mit dem Fritz-Winter-Preis 1991 ausgezeichnet.
- 26.6.1991 - 31.7.1991 Gastforscheraufenthalt von Professor Dr. Richard Waldinger, Artificial Intelligence Center SRI International und Stanford University.
- 20.7.1991 - 31.8.1991 Gastforscheraufenthalt von Dr. Paul van Arragon, Department of Computer Science, University of Waterloo, Ontario, Kanada.

Zum 31. Dezember bestand die PHI-Gruppe aus:

Prof. Dr. W. Wahlster (Leiter)	(0681-302-5251)
Dr. S. Biundo	(0681-302-5256)
Dipl.-Inform. M. Bauer	(0681-302-5260)
Dipl.-Inform. D. Dengler	(0681-302-5259)
Dipl.-Inform. M. Hecking	(0681-302-5257)
Dipl.-Inform. J. Köhler	(0681-302-5259)
Dipl.-Inform. G. Merziger	(0681-302-5260)



## 1.9. Projekt WIP

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

Intelligente Benutzerschnittstellen als Komponenten intelligenter Hilfesysteme, Betriebswarten oder Expertensysteme der nächsten Generation müssen in der Lage sein, vorliegendes Wissen auf flexible Weise in unterschiedlichen Präsentationssituationen jeweils angemessen darzubieten. Im Projekt WIP sollen die Grundlagen für ein Werkzeug zur wissensbasierten Informationspräsentation erforscht werden, das

- kontextgesteuert die darzubietende Information auswählt und benutzerspezifisch unterschiedliche Verdichtungsgrade bei der Präsentation wählt,
- eine Entscheidung über die Präsentationsmodalität trifft und ausgehend von Ausdrücken derselben Wissensrepräsentationssprache bedeutungsreiche Darstellungen in den

- Texte und natürlichsprachliche Elemente von Graphiken in mehreren Einzelsprachen generieren kann.

Zur Bewältigung dieser Aufgaben wird nicht nur anwendungsspezifisches Fachwissen benötigt, sondern auch Alltagsintelligenz, die auf Faustregeln, Erfahrungswerten und Alltagstheorien beruht. Gemäß der inhaltlichen Schwerpunkte gliedert sich das WIP-Projekt in drei Arbeitsgruppen. Die Gruppe *Präsentationsplanung* konzentriert sich auf die Bestimmung der mitzuteilenden Information und die Integration unterschiedlicher Modi (Text, Graphik, Gestik, Animation) in ein Dokument. Die *Sprachgenerierungsgruppe* beschäftigt sich mit der Entwicklung eines TAG-basierten, inkrementell arbeitenden Generierungssystems. Anpassungen und Erweiterungen der Wissensrepräsentationssprache SB-ONE im Hinblick auf die WIP-spezifischen Repräsentationsprobleme stehen im Vordergrund der Gruppe *Wissensrepräsentation*. Die wissenschaftlichen Ergebnisse von WIP sollen in mehreren Demonstratordomänen erprobt werden. Dazu wird ein WIP-System entwickelt, das die Funktion einer unidirektionalen Schnittstelle zwischen einem Anwendungssystem und einem oder mehreren Anwendern übernimmt.

### 1.9.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

#### 1.9.1.1. Teilprojekt Präsentationsplanung

Die Präsentationsplanungsgruppe beschäftigte sich mit der Generierung multimodaler Referenzausdrücke. Dabei wurde untersucht, wie Text und Graphik bei der Generierung multimodaler Referenzausdrücke kombiniert werden können und wie sich kohäsive Verbindungen zwischen Beschreibungen unterschiedlicher Modalität etablieren lassen.

in einen lauffähigen Prototypen des WIP Gesamtsystems. Darüberhinaus wurde an der Weiterentwicklung der Einzelsysteme gearbeitet.

### *Präsentationsplaner*

Durch die Integration des Präsentationsplaners in das Gesamtsystem wurde es möglich, verschiedene Arten der Interaktion mit dem Text- und Graphikgenerator genauer zu untersuchen. Es hat sich gezeigt, daß die vom Text- und Graphikdesigner gelieferten Resultate in einigen Fällen vom ursprünglichen Dokumentplan abweichen. Um notwendige Umstrukturierungen vornehmen zu können, wurde der Präsentationsplaner um eine Revisionskomponente erweitert.

### *Graphikdesigner*

Nach der Integration der Realisierungskomponente in den WIP Gesamtprototyp wurde verstärkt an der Graphikdesignkomponente gearbeitet. Die Aufgabe dieser Komponente ist es, Präsentationsaufgaben, die vom Präsentationsplaner spezifiziert werden, in Instruktionen zu übersetzen, die dann von der Realisierungskomponente ausgeführt werden. Das für diese Transformation benötigte Wissen wird durch sogenannte Designstrategien definiert. Eine Designstrategie besteht aus einem Kopf, einer Anwendbarkeitsbedingung und einem Rumpf. Bei dem Kopf kann es sich um eine Präsentationsaufgabe oder ein graphisches Constraint handeln. Die Anwendbarkeitsbedingung gibt an, wann eine Strategie eingesetzt werden darf und schränkt die Werte der zu instantiiierenden Variablen ein. Der Rumpf enthält eine Menge von graphischen Constraints, die erfüllt werden müssen, um das im Kopf angegebene Ziel zu erreichen. Einige dieser graphischen Constraints sind direkt mit Operatoren der Realisierungskomponente assoziiert. Andere müssen durch Anwendung weiterer Designstrategien verfeinert werden. Graphische Constraints sind darüberhinaus mit sogenannten Evaluationsoperatoren gekoppelt, mit denen überprüft wird, ob ein graphisches Constraint erfüllt ist.

### *Layout-Manager*

Die beiden für die Plazierungskomponente des Layout-Managers entwickelten speziellen Constraint-Solver SIVAS (Behandlung von Constraint-Hierarchien) und FIDOS (Behandlung von 'Finite Domains') wurden in einem hierarchischen Modell organisiert, das regelbasiert von einer Metaebene angesteuert wird. Ein erster Prototyp der Plazierungskomponente (CLAY) wurde als Standalone-Version realisiert. Eine erste Evaluierung des Solver-Modells am Beispiel des Layoutprozesses ergab eine hohe Effizienz. Es ist geplant, CLAY an weiteren Konfigurierungsproblemen zu testen.

### **1.9.1.2. Teilprojekt TAG-GEN: Grundlegende Erweiterungen von Tree Adjoining Grammars zur inkrementellen Generierung natürlicher Sprache**

Die TAG-GEN-Gruppe befaßte sich auf der praktischen Seite mit der Erweiterung des Prototyps, wobei sich diese auf die Modularisierung und Effizienzsteigerung bei verschiedenen TAG-Ausprägungen und eine revisionsunterstützende Unifikationskomponente bezieht.

Bei Tests mit dem ersten Prototypen haben sich konkrete Ansatzpunkte für eine Effizienzsteigerung ergeben. Es wurde eine grundlegend neue und kompaktere Datenstruktur zur Repräsentation der TAG-Bäume (Grammatikregeln) entwickelt. Im Zusammenhang damit wurden auch die Verknüpfungsoperationen Adjunktion und Substitution ersetzt.

Bei beiden Operationen war bisher ein eigener Kopierschritt implementiert, um die Ausgangstrukturen (Grammatikregeln) nicht zu verändern. Dabei waren mehrere Läufe über die einzelnen Bäume nötig. Bei der jetzigen integrierten Lösung können gerade diese Mehrfachläufe eingespart werden. Dies hat zu einer meßbaren Effizienzsteigerung geführt, da diese Operationen im Verlauf der Generierung sehr oft ausgeführt werden müssen.

Bei der Unifikationsoperation hatten wir bisher eine eng an die original PATR-Implementation angelehnte Erweiterung für TAGs benutzt. Es hat sich gezeigt, daß sich Revisionen, die gerade

bei inkrementeller Generierung eine wichtige Rolle spielen, nur schwer (ineffizient durch globale Neuberechnung) realisieren lassen. Deshalb wurde eine neues Unifikationspaket -- Unifikation mit bidirektionalen Referenzen - implementiert und in den Generator integriert. Diese Implementation unterstützt Revision auf Merkmalsstrukturen, z.B. für den Satz: "Peter spielt... Peter und Maria spielen", in dem unter anderem die Numerusinformation für das Verb bei der späteren Eingabe des zusätzlichen Subjektes Maria von Singular nach Plural wechseln muß. Die betroffenen Merkmalsstrukturen werden jetzt nicht mehr destruktiv zu einer Struktur vereinigt, vielmehr werden nun nur noch Links zwischen ihnen gezogen.

Es wurde eine formale Spezifikation der Eingabesyntax definiert, die es erlaubt, die Eingabe für unsere Komponente in einzelnen Einheiten zu überreichen. Die kleinsten Einheiten enthalten Spezifikationen von Lemmata oder Relationen zwischen solchen sowie satzspezifische Information (z. B. Generierungsparameter, Satzart). Mit diesen atomaren Einheiten kann man eine große Bandbreite an Eingabestrukturen spezifizieren: von unvollständigen Teilen bis hin zu einem zusammenhängenden Netz. Die Implementation des Interfaces zwischen Text Design Komponente und Text Realisation Komponente ist so gehalten, daß syntaktisch inkorrekte Eingaben ausgefiltert werden, was bei der Simulation der Eingabe sehr hilfreich war.

Auf der theoretischen Seite wurde an der Monitorkomponente und an der Konzeption für eine inkrementelle Ausgabe gearbeitet. Für unsere theoretischen Überlegungen stand die Monitorkomponente im Mittelpunkt. Die globale Idee hinter der Monitorkomponente ist die variable Umsetzung von verschiedenen Kontrollstrukturen, die einem Generierungsprozeß zugrundeliegen können. Schaut man sich grundsätzlich die Pfeilverbindungen zwischen den einzelnen Komponenten an, so könnte man annehmen, daß Interface, Phrase Formulator und Linearization rein sequentiell arbeiten. Durch den Einsatz der zentralen Monitorkomponente erhält man jedoch eine integrierte Verarbeitung.

Die Einflußnahme einer solchen Kontrollinstanz macht man sich am einfachsten an einigen Beispielsituationen (lokale Sackgassen in der jeweiligen Komponente) klar. Ein denkbarer Fall für die Interface Komponente ist der folgende: Kein Grammatikbaum kann ausgewählt werden, obwohl noch unverarbeitete Eingabe ansteht. Dann ist eine falsche Eingabe erfolgt, und es muß eine Kommunikation mit der Text Design Komponente stattfinden.

Ein solcher Fall im Phrase Formulator sieht folgendermaßen aus: Die entstandenen Objekte können sich nicht gemäß Adjunktion oder Substitution verbinden, obwohl sie in der entsprechenden Beziehung zueinander stehen. Dann gibt es unter anderem zwei sinnvolle Reaktionen. Einerseits können Objekte im Phrase Formulator oder in der Linearization gelöscht und durch andere syntaktische Konstruktionen ersetzt werden (die in der Interface Komponente neu entstehen), die dann wieder eine Baumauswahl für die restliche Eingabe erlauben. Andererseits kann man sich auch vorstellen, solche Eingabeteile zurückzustellen und in einem eigenen Satz zu realisieren.

Ein weiterer Schwerpunkt der Theoretischen Überlegungen war die Umsetzung der Generierungsparameter. Bisher war eine feste Belegung der Parameter mit Werten implementiert. Auf dem Weg zur flexiblen Umsetzung von Parametereinstellungen muß man sich mit den Auswirkungen und gegenseitigen Beeinflussungen der einzelnen Parameter auseinandersetzen. Wir haben für unsere Überlegungen zunächst den Parameter ausgewählt, der die inkrementelle Verarbeitung unmittelbar betrifft: Ausgabemodus flüssige Sprache vs. vollständiger Text.

Bei der Untersuchung des Gebrauchs flüssiger Sprache wird deutlich, wie stark bereits geäußerte Satzteile die Produktion der weiteren Äußerung beeinflussen. Ist beispielsweise die Nominalphrase "Der Mann" bereits geäußert, und erfordert die zu beschreibende Szene eine nähere Spezifikation (z.B. rothaarig), so kann der Satz zum Beispiel folgendermaßen fortgesetzt werden: 1) mittels direktem Relativsatzanschluß bzw. Apposition "der rothaarig ist", "der Rothaarige", 2) durch einen nachgestellten, erläuternden Satz "Der eben angesprochene rothaarige Mann..." oder 3) durch ein Wiederaufgreifen und Erweitern von Teilen "... der rothaarige Mann".

Mit der flexiblen Behandlung eines speziellen Generierungsparameters glauben wir, Einsichten in die Umsetzung anderer Parameter gewonnen zu haben. Daraus sollte sich eine leichtere Beschreibung des Zusammenspiels der Parameter realisieren lassen (Behandlung widersprüchlicher Parametersetzungen).

Neben den Parametern konnte durch die Erweiterung unserer Grammatiken und Lexika eine größere Flexibilität in der Sprachausgabe erreicht werden, so daß nun mehr syntaktische Konstruktionen möglich sind.

### 1.9.1.3. Teilprojekt Wissensrepräsentation

Unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen, die vor allem von dem Teilprojekt "Präsentationsplanung" an die Wissensrepräsentationskomponente gestellt werden und in Zusammenarbeit mit dieser Gruppe spezifiziert wurden, wurde die Konzeption für einen Formalismus zur Repräsentation von Aktionen und Plänen (RAT - Repräsentation von Aktionen in Terminologischen Logiken) ausgearbeitet. Dieser wurde als Aufsatz auf das im WINO-Projekt entwickelte Wissensrepräsentations- und Inferenzsystem KRIS konzipiert.

Es wird dabei zwischen drei Aktionsarten unterschieden: atomaren Aktionen, die durch die Angabe ihre Anfangs- und Endzustände beschrieben werden, Aktionssequenzen, beschrieben durch eine Auflistung der aufeinanderfolgenden Teilaktionen und konditionale Aktionen, die durch Angabe von Bedingungen eine Verzweigung innerhalb von Plänen erlauben. Bei jedem Aktionstyp können außerdem Variable für die an der Aktion beteiligten Individuen, sog. Aktionsparameter, definiert werden, deren Wert durch Angabe ihres (Konzept-)Typs eingeschränkt wird. Um innerhalb einer Aktionssequenz eine eindeutige Beziehung zwischen den Aktionsparametern der Teilaktionen zu ermöglichen, kann deren Gleichheit bzw. Ungleichheit explizit angegeben werden. Neben der Ausarbeitung einer Syntax für diesen Formalismus wurden Algorithmen entworfen und implementiert, die neben der Konsistenz von Aktionen auch die Ausführbarkeit von Aktionssequenzen überprüfen und die Zustandsbeschreibungen vor und nach deren Ausführung berechnen. Dabei muß eine umfassende Umbenennung der Aktionsparameter entsprechend der angegebenen Beziehungen vorgenommen werden.

Im Zusammenhang mit der Erweiterung terminologischer Logiken zur Darstellung von Aktionen wurde das Problem der "temporalen Projektion" untersucht. Dean und Boddy hatten gezeigt, daß dieses Problem auch für einfache Fälle schon NP-schwierig ist, falls man eine nur partielle Ordnung über den Ereignissen annimmt. Dieses Ergebnis konnte auf der einen Seite verschärft werden, in dem wir NP-Schwierigkeit auch für Fälle zeigen konnten, die als handhabbar angenommen wurden. Auf der anderen Seite konnten wir positiv zeigen, daß das Problem der temporalen Projektion zu generell für die angestrebten Anwendungsfälle formuliert ist. Insbesondere ergibt sich mit einem Resultat von Chapman, daß Planvalidierung - das Problem, das uns im Zusammenhang mit der Repräsentation von Aktionen interessiert - für eine sehr große Klasse Fällen noch handhabbar ist.

Die Implementierungsarbeiten am RAT-System wurden verstärkt fortgesetzt. In die graphische Oberfläche wurden alle für RAT notwendigen Funktionen von KRIS, wie zum Beispiel das Laden und Klassifizieren von Wissensbasen oder die Ausgabe der berechneten Konzepthierarchie voll integriert. Des Weiteren können alle bisher implementierten Services von RAT auch über die menubasierte Oberfläche angestoßen werden. In RAT soll neben der Instantiierung von Plänen auch deren simulierte Ausführung in der KRIS-ABox möglich sein. Die bei den Tests auf Konsistenz- und Ablauffähigkeit von generellen Plänen als Seiteneffekte berechneten ADD- und DELETE-Listen von Bedingungen können hierbei ausgenutzt werden. Das Austesten dieser neuen Funktionalitäten konnte bisher nur in beschränktem Maße erfolgen, da auch der ABox-Teil der ursprünglichen KRIS-Version sehr hohe Laufzeiten aufweist. Es

Die wesentlichen Arbeiten am Vergleich implementierter terminologischer Wissensrepräsentationssysteme (TRS) wurden abgeschlossen. Im einzelnen umfaßten diese Arbeiten die

- Installation der Systeme (BACK, CLASSIC, KRIS, LOOM, MESON und SB-ONE),
- Akquisition von Wissensbasen mittlerer Größe (z.B. aus XTRA, WISBER, etc.)
- Entwicklung einer alle gebräuchlichen Sprachkonstrukte umfassenden terminologischen Sprache (CTL),
- Übersetzung der Testwissensbasen in CTL, sowie die
- Entwicklung spezieller Tests zur Überprüfung des Systemverhaltens in speziellen Situationen (Inkonsistenzen, 'worst case'-Konstellationen, mögliche Inferenzen, usw.).

Über die Ergebnisse dieser Arbeit wurde auf dem AAAI 'Spring Symposium on Implemented Knowledge Representation and Reasoning Systems' im März 1991 berichtet. Da der Vergleich überraschende Abweichungen bzgl. Sprachumfang, Laufzeitverhalten und Mächtigkeit der einzelnen Systeme deutlich macht und vergleichende Arbeiten dieser Art erstmalig durchgeführt wurden, war auf dem Symposium eine durchgehend positive Resonanz zu beobachten. Die Ergebnisse der Arbeit und die Implikationen für die Erstellung effizienter und benutzerfreundlicher TRS wurden dokumentiert und flossen in die oben erwähnte Modifikation des Systems KRIS ein.

Die Arbeiten wurden dahingehend ergänzt, daß randomisiert erzeugte Wissensbasen unterschiedlicher Größe (15 bis 2000 Konzepte) neu in die Laufzeittests einbezogen wurden. Der Hauptgrund für die Notwendigkeit dieser Ergänzung lag darin, daß aus den ebenfalls untersuchten "realen" großen Wissensbasen nicht genügend Meßpunkte abgeleitet werden konnten, die allgemein gültige Aussagen über Laufzeiten erlaubt hätten. Weiterhin war nicht deutlich, inwieweit die bei der automatischen Übersetzung der realen Wissensbasen neu generierten künstlichen Konzepte die Messungen beeinflußt haben. Die große Menge der neuen zufällig erzeugten Wissensbasen unterschiedlicher Größen ließ nun verlässliche Aussagen über die Systemverhalten zu. Der erstellte Bericht dokumentiert die beachtlichen Unterschiede zwischen implementierten terminologischen Wissensrepräsentationssystemen, die erstmalig mit dieser umfangreichen Familie unterschiedlicher Tests deutlich gemacht werden konnten. Der Bericht ergänzt damit die früheren ausschließlich analytischen Resultate über die Komplexität solcher Systeme. Über die Ergebnisse dieser Arbeit wurde auf dem "Terminological Logic Users Workshop" im Oktober 1991 in Berlin berichtet.

Basierend auf den durchgeführten allgemeinen Untersuchungen zur Handhabung von Unsicherheits- und Vagheitsphänomenen in Systemen der Künstlichen Intelligenz (erschieden als Buch beim Springer-Verlag) wurden die Arbeiten zur Erweiterung von terminologischen Logiken um Sprachkonstrukte zur Repräsentation solchen Wissens fortgesetzt. Ein Arbeitsschwerpunkt lag auf der Modellierung unsicheren Wissens, das beispielsweise bei der Benutzermodellierung ("typisches" oder "übliches" Benutzerverhalten) oder der Auswahl von Aktionen bei Planungsaufgaben in unvollständig bekannten Umgebungen auftritt. Die vorgeschlagene Erweiterung hat die Eigenschaft, die Vorteile terminologischer Logiken (Begriffe einer Anwendungsdomäne können definiert werden, bzw. Bedingungen können angegeben werden, die notwendigerweise für die diesem Begriff zugeordneten Objekte gültig sein müssen. Dies ermöglicht beispielsweise die automatische Klassifikation von Begriffen) mit denen mathematischer Modelle zur Repräsentation von Unsicherheit zu vereinigen.

Die theoretischen Untersuchungen zum Problem der "temporalen Projektion" in Kooperation mit dem RKKLAB der Universität Linköping wurden fortgesetzt. Insbesondere konnten wir zeigen, daß die von Dean und Boddy vorgenommene Zerlegung des Planvalidierungsproblems in Teilprobleme, die temporale Projektionsprobleme sind, zwar konzeptuell korrekt ist, aber zu exponentieller Aufwandserhöhung führt. Das Lösen des Ursprungsproblems ist also signifikant einfacher als das Lösen der Unterprobleme. In diesem Kontext konnten wir auch

zeigen, daß der von Dean und Boddy vorgeschlagene Approximationsalgorithmus in Fällen unvollständig ist, in den das Planvalidierungsproblem einfach ist. Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit wurden als DFKI und als LiTH-IDA Research Reports veröffentlicht. Die Übertragung der Ergebnisse dieser Arbeiten, die sich auf propositionale Logik beschränkt, auf den uns betreffenden Fall, in dem wir mit terminologischen Logiken umgehen, sind für die Zukunft vorgesehen.

### 1.9.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

Im Berichtszeitraum bestanden Kontakte zu folgenden Instituten und Gruppen:

#### DFKI-interne Kontakte:

- Von der Kaiserslauterer AKA-WINO-Gruppe des DFKI wurde dem WIP-WR Teilprojekt das System KRIS zur Verfügung gestellt. Die erforderlichen Modifikationen und weiteren Ergänzungen zu KRIS werden in enger Zusammenarbeit mit der WINO-Gruppe durchgeführt.

#### Kontakte außerhalb des DFKI:

- Zwischen der Gruppe Wissensrepräsentation des WIP-Projekts und dem Philips Forschungslaboratorium Aachen bestehen gute Kontakte durch die ebenfalls bei Philips durchgeführten Arbeiten zu terminologischen Logiken. Das Philips System MESON wurde dem DFKI für die im WIP-WR-Teilprojekt laufenden Arbeiten zum Systemvergleich zur Verfügung gestellt. Über die Arbeiten zur Thematik "Unsicherheit und Vagheit" von Wissen besteht eine Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der TU Braunschweig. Im Berichtszeitraum begann die Zusammenarbeit der TAG-GEN-Gruppe mit Tilman Becker, einem Stipendiaten des Graduierten-Kollegs der Universität des Saarlandes.
- Bzgl. der Untersuchungen zu "temporaler Projektion" (siehe oben) bestehen Kontakte zur Universität Linköping, IISLAB und RKLLAB.
- Im Rahmen eines Kooperationsvertrages mit der FhG (WISMED-Projekt) wurde über die multimodale Präsentation von medizinischem Fachwissen in einem Fortgeschrittenen-Praktikum zusammengearbeitet. Intensive Forschungskontakte gabe es zum COMET-Projekt an der Columbia-University (McKeown, Feiner), der Gruppe um Ed Hovy am ISI sowie dem AlFresco-Projekt am italienischen KI-Zentrum IRST (Stock). Mit der Forschungsgruppe "Expertensysteme" des DFKI-Gesellschafters Daimler-Benz wurden Kontakte bezüglich der industriellen Verwertung der in WIP entwickelten constraint-basierten Layout-Verfahren vertieft.

#### Kontakte durch Gastvorträge:

- Laurence Danlos, Anne Abeille, Sophie Aslanides, Beatrice Daille, Patrick Paroubek, Université Paris VII, Pronominalization in Text Generation
- Enrico Franconi, IRST Trento
- Christian Freksa (Universität Hamburg) Konvexe vs. disjunktive Wissensstrukturierung und ihre Rolle beim zeitlichen Schließen
- Georg Gottlob, TU Wien, Complexity results for Nonmonotonic Logics
- Hirata, ICOT, 27.11.91
- Rudolf Kruse (TU Braunschweig) Numerische Methoden zur Verarbeitung unsicherer Informationen in wissensbasierten Systemen

- Gerhard Lakemeyer (Universität Bonn) Decidable Reasoning in First-Order Knowledge Base with full Introspection
- Joachim Laubsch, HP Labs Palo Alto
- Owen Rambow, University of Pennsylvania, Philadelphia, USA, Wissensquellen beim Textplanen: Fachkommunikationswissen bei der Generierung von Berichten und Beschreibungen
- Klaus Schild (TU Berlin) A Correspondence Theory for Terminological Logics
- Karl Schlechta (IBM Stuttgart) Preferentielle Semantik für nicht-monotone Logik
- Camilla Schwind (University of Marseille) Semantic tableaux for reasoning about change and evolution
- Bart Selman (AT&T Bell Labs) Tractable Commonsense Reasoning using Defaults
- H. Tanaka, University of Tokio, Hirata (ICOT) The fifth generation computer Systems project and parallel Inference Machines

#### Kontakte durch Besuche:

- Gerard Kempen von NICI, Nijmegen, Niederlande
- Aravind Joshi von University of Pennsylvania, Philadelphia, USA

### 1.9.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

#### Veröffentlichungen:

- F. Baader, H.-J. Bürckert, B. Nebel, W. Nutt, G. Smolka. On The Expressivity of Feature Logics with Negation, Functional Uncertainty, and Sort Equations. DFKI Report RR-91-01.
- E. André, T. Rist: Referring to Objects with Text and Pictures. In Proceedings AAAI-91 Workshop "Intelligent Multimedia Interfaces", Anaheim, CA, July 1991.
- E. André, W. Graf, A. Kobsa, T. Rist: AAAI-91 Workshop "Intelligent Multimedia Interfaces", Tagungsbericht, KI 4/91, 1991.
- W. Graf: Constraint-Based Processing of Design Knowledge. In Proceedings AAAI-91 Workshop "Intelligent Multimedia Interfaces", Anaheim, CA, July 1991.
- W. Graf, W. Maaß: Constraint-basierte Verarbeitung graphischen Wissens. In Proceedings 4. Internationaler GI-Kongreß "Wissensbasierte Systeme - Verteilte KI", München, Oktober 1991.
- K. Harbusch, W. Finkler, A. Schauder. Incremental Syntax Generation with Tree Adjoining Grammars, Proceedings des "4. Internationalen GI-Kongreß: Wissensbasierte Systeme - Verteilte KI", 23-24.10.91, München, Springer-Verlag.
- J. Heinsohn. A probabilistic extension for terminological logics, 2nd International Workshop on Terminological Logics, Dagstuhl Castle, Germany, May 6--8 1991.
- J. Heinsohn. A hybrid approach for modeling uncertainty in terminological logics. In: R. Kruse, P. Siegel (eds.), Symbolic and Quantitative Approaches to Uncertainty, Proceedings of the European Conference ECSQAU. Lecture Notes in Computer Science 548. Springer-Verlag 1991, pp.198-205.
- J. Heinsohn. A hybrid approach for modeling uncertainty in terminological logics. DFKI Research Report RR-91-24, August 1991.
- R. Kruse, E. Schwecke, J. Heinsohn. Uncertainty and Vagueness in Knowledge Based Systems: Numerical Methods, Series Symbolic Computation - Artificial Intelligence. Springer, Berlin, Germany, August 1991.
- W. Maaß, T. Schiffmann, D. Soetopo. LAYLAB: Ein System zur automatischen Plazierung in multimodalen Dokumenten. Technical Report, Universität Saarbrücken, FB Informatik, 1991.
- B. Nebel, G. Smolka. Attributive Description Formalisms ... and the Rest of the World. DFKI Report RR-91-15, also in: O. Herzog, R. Rollinger (eds.), Text Understanding in LILOG, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1991.

- B. Nebel. Terminological Cycles: Semantics and Computational Properties. In F. F. Sowa (Hrsg.), "Principles of Semantic Networks", Morgan Kaufmann, 1991.
- B. Nebel. Belief Revision and Default Reasoning: Syntax-based Approaches. In: J. Allen, R. Fikes, E. Sandewall (eds.), "Proceedings of the Second International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning", Cambridge, MA, 1991, 417--428.
- B. Nebel, C. Peltason, K.v. Luck. International Workshop on Terminological Logics. DFKI Document D-91-13.
- B. Nebel, C. Bäckström. On the Computational Complexity of Temporal Projection and some Related Problems. DFKI Research Report RR-91-34 (auch veröffentlicht als Research Report LiTH-IDA-R-91-34, Dep. of Computer and Information Science, Linköping University).
- H.-J. Profitlich, J. Heinsohn, D. Kudenko, B. Nebel. A comparative analysis of terminological representation systems. Working Notes AAAI Spring Symposium on Implemented Knowledge Representation and Reasoning Systems, Stanford University, USA, March 26--28 1991.
- W. Wahlster, E. André, W. Graf, T. Rist: Knowledge-based Generation of Illustrated Documents. In Proceedings of ÖGAI-91, Vienna, September 1991.
- W. Wahlster, E. André, W. Graf, T. Rist. Designing Illustrated Texts: How Language Production is Influenced by Graphics Generation. Proc. of the 5th Conference of the EACL, Berlin, Germany, pp. 8-14, 1991.
- W. Wahlster, E. André, W. Graf, T. Rist: Knowledge-based Media Coordination in Intelligent User Interfaces. In Proceedings of 2nd National Conference of the Italian Association of Artificial Intelligence, Berlin: Springer-Verlag, 1991.

### Vorträge:

- E. André. Referring to Objects with Text and Pictures. AAAI-91 Workshop "Intelligent Multimedia Interfaces", Anaheim, CA, 15.7.1991.
- E. André. The Coordinated Generation of Multimodal Presentations. Workshop "New Problems and Future Solutions for Man Machine Interaction", Stuttgart, 17.12.1991.
- E. André. The Design of Illustrated Documents as a Planning Task. Information Sciences Institute (ISI), Marina del Rey, CA, 19.7.1991.
- W. Finkler. Control of repair during incremental production by means of a Truth Maintenance System, bei Nijmegen-Saarbrücken Workshop on Natural Language Generation, NICI University of Nijmegen, 18./19. April, 1991.
- W. Graf. Constraint-Based Processing of Design Knowledge. AAAI-91 Workshop "Intelligent Multimedia Interfaces", Anaheim, CA, 15.7.1991.
- W. Graf. Constraint-basierte Verarbeitung graphischen Wissens. 4. Internationaler GI-Kongreß "Wissensbasierte Systeme - Verteilte KI", München, 23.10.1991.
- K. Harbusch. Generation aspects of the information-presentation system WIP, bei Nijmegen-Saarbrücken Workshop on Natural Language Generation, NICI University of Nijmegen, 18./19. April, 1991.
- K. Harbusch. WIP - Eine Projektübersicht, DFKI, 16.7.91, Kaiserslautern.
- J. Heinsohn. A probabilistic extension for terminological logics, 2nd International Workshop on Terminological Logics, Dagstuhl Castle, Germany, Mai 1991.
- J. Heinsohn. ALCP-A hybrid approach for modeling uncertainty in terminological logics. Workshop "Repräsentation von Wissen in Inferenzsystemen", 8. Deduktionstreffen, Gosen, Berlin, October 9-11 1991.
- J. Heinsohn. A Hybrid Approach for Modeling Uncertainty in Terminological Logics. European Conference on Symbolic and Quantitative Approaches for Uncertainty, Marseilles, France, October 15-17 1991.
- D. Kudenko. Integration of Action representation in Terminological logics. Terminological Logic Users Workshop. Berlin, Germany, Oktober 24-25 1991.
- B. Nebel. Terminological Logics ... and the Rest of the World, AT&T Bell Labs., Murray Hill, NJ, März 1991
- B. Nebel, "Summary of the KR'91 conference". Eingeladener Vortrag auf der IJCAI-91, Sydney, August 1991.
- B. Nebel, "Terminologische Logiken: Theorie und Praxis", TU Berlin, Informatik Kolloquium, Dezember 1991.
- B. Nebel, "Terminologische Logiken und der Rest der Welt", TU Wien, Informatik Kolloquium, Dezember 1991.
- H.-J. Profitlich. A comparative analysis of terminological representation systems. AAAI Spring Symposium on Implemented Knowledge Representation and Reasoning Systems, Stanford University, USA, March 26-28 1991.



- H.-J. Profitlich. A comparative analysis of terminological representation systems. Terminological Logic Users Workshop. Berlin, Germany, October 24-25 1991.
- T. Rist. Towards a Computational Approach to Automatic Graphics Design. Information Sciences Institute (ISI), Marina del Rey, CA, 19.7.1991.
- A. Schauder. Comparison of Segment Grammar and Tree Adjoining Grammar, bei Nijmegen-Saarbrücken Workshop on Natural Language Generation, NICI University of Nijmegen, 18-19 April, 1991.
- A. Schauder. Incremental Syntax Generation with Tree Adjoining Grammars, bei "4. Internationaler GI-Kongreß: Wissensbasierte Systeme - Verteilte KI", 23-24.10.91, München.
- W. Wahlster. WIP: Plan-based Generation of Multimodal Presentations. Xerox Palo Research Center, 18.2.91.
- W. Wahlster. Speech and Natural Language Research in Germany, DARPA Speech and NL, Assilomar, 19.2.91.
- W. Wahlster. Coordinating Language and other Media in Intelligent Presentation Systems. Workshop Sprachtechnologie, Werner Reimers Stiftung, 28.5.91.
- W. Wahlster. Designing Illustrated Documents, Columbia Univ., CS Department, 17.6.91.
- W. Wahlster. The automatic annotation for multimodal documents. HP Lab, Palo Alto, 21.6.91.
- W. Wahlster. Prinzipien der Koordination kognitiver Prozesse in KI-Systemen. Eingeladener Hauptvortrag, 15. Fachtagung für Künstliche Intelligenz, GWAI-91, Bonn, 17.9.1991.
- W. Wahlster. Knowledge-based Generation of Illustrated Documents. Eingeladener Hauptvortrag, 7. Österreichische AI-Tagung, Wien, 26.9.1991.
- W. Wahlster, State of the Art and Future Trends in Language-Oriented AI Research. Eingeladener Vortrag, Deutsch-Israelischer Workshop on Artificial Intelligence, Parallel Processing, Neuroinformatics, Kaiserslautern, 14.10.1991.
- W. Wahlster. Knowledge-Based Media Coordination in Intelligent User Interfaces. Eingeladener Hauptvortrag, Second Congress of AIIA, Palermo, Italien, 29.10.1991.
- W. Wahlster, Plan-based Generation of Coordinated Language and Graphics. Eingeladener Vortrag, 7. Deutsch-Japanisches Forum zur Informationstechnik, Tokio, Japan, 5.11.1991.
- W. Wahlster, New Horizons for Man-Machine Communication. Eingeladener Vortrag, Intern. Challenges Kongreß, Technology Assessment: Computer Science, Berlin, 30.11.1991.

### Veranstaltungen:

- S. Busemann, K. Harbusch: 4-stündige Vorlesung im SS91 an der Universität des Saarlandes "Generierung natürlicher Sprache".
- S. Harbusch: Vorlesung im WS90/91 an der Universität Hamburg "Natürlichsprachliche Systeme".
- C. Habel, K. Harbusch, C. Herweg: Seminar im WS90/91 an der Univ. Hamburg "Wissens- und Sprachverarbeitung".
- B. Nebel: Vorlesung im WS90/91 "Wissensrepräsentation: Grundlagen und Prinzipien"
- B. Nebel: Kursus "Wissensrepräsentation und Logik" auf der KI Frühjahrsschule, März 1991.
- B. Nebel: Vorlesung im WS91/92 "Komplexität der Wissensverarbeitung".
- B. Nebel: Kursus "Knowledge Representation for Natural Language Processing" auf der Sommerschule "Language, Logic, and Information", August 1991.
- W. Wahlster, E. André, A. Kobsa: Seminar im WS90/91 "Methoden der Benutzermodellierung".
- W. Wahlster, W. Graf: Seminar "Wissensbasierte Graphikgenerierung" im WS 91/91.
- W. Wahlster, K. Niggemann, S. Busemann: Fortgeschrittenenpraktikum "Verbalisierung von Nervenbahnverläufen" im Rahmen der DFKI-FhG Kooperation.

### **1.9.4. Personalia**

Zum 31. Dezember bestand die WIP-Gruppe aus:

Prof. Dr. W. Wahlster (Leiter)	(0681-302-5251)
Dipl.-Inform. E. André	(0681-302-5267)
Dipl.-Inform. W. Finkler	(0681-302-5269)
Dipl.-Inform. W. Graf	(0681-302-5264)
Dr. K. Harbusch	(0681-302-5271)

Dipl.-Inform. J. Heinsohn	(0681-302-5268)
Dr. B. Nebel	(0681-302-5254)
Dipl.-Inform. T. Rist	(0681-302-5266)
Dipl.-Inform. A. Schauder	(0681-302-5255)
Dipl.-Inform. K. Schreiner	(0681-302-5270)

## 2. Von Gesellschaftern am DFKI durchgeführte Projekte

Gesellschafter des DFKI sind folgende Firmen der informationstechnischen Industrie und Großforschungseinrichtungen: Atlas Elektronik, Daimler-Benz, Mannesmann-Kienzle, Fraunhofer-Gesellschaft, GMD, IBM, Insiders, Philips, SEMA Group Systems, SNI, Siemens. Im folgenden werden die Projekte dargestellt, die von den Gesellschaftern am DFKI durchgeführt werden.

### 2.1. Projekt KIK

Ein Kennzeichen der heutigen Gesellschaft ist ein immer dichter werdendes Netz nationaler und internationaler Geschäftsbeziehungen wirtschaftlicher und arbeitstechnischer Natur. Weltweite Kontakte werden immer enger. Wichtige, kurzfristig zu treffende Entscheidungen verlangen eine effektive Zusammenarbeit kooperierender Organisationen und Personen über große Entfernungen hinweg.

Die steigende Komplexität der dabei anstehenden Probleme und die praktisch weltweite Verteilung eines Unternehmens überfordern isolierte lokale Lösungen und verlangen nach einer integrierten computertechnischen Unterstützung kooperativen Arbeitens. Da hierfür die klassischen (KI-)Lösungsmethoden und Systeme an ihre Grenzen gestoßen sind, ist die Entwicklung von Systemen mit völlig neuen Leistungsmerkmalen notwendig. Hierbei wird die Tatsache, daß bei gut funktionierender Kommunikation die Effektivität einer Gruppe größer ist als die Summe der Fähigkeiten der einzelnen Mitglieder, auf die Konzeption solcher Systeme übertragen.

Durch die Verknüpfung neuester Methoden aus den Bereichen der Verteilten Künstlichen Intelligenz (VKI) und der Computer Supported Cooperative Work (CSCW) mit den derzeitigen und in naher Zukunft zu erwartenden Fortschritten der Kommunikations- und Netzwerktechnologie besteht nun die Möglichkeit, neuartige Mensch-Maschine-Systeme zu konstruieren, die den oben genannten Problemen Rechnung tragen.

Hierzu leistet KIK, ein Kooperationsprojekt zwischen der Siemens AG und dem DFKI, seinen Beitrag.

Ziel des KIK Projektes ist es, eine Technologie zu entwickeln, die durch synergetisches Zusammenwirken von KI- und Kommunikationstechnologien die Bearbeitung komplexer

Im Projekt KIK-TEAMKOM liegt der Forschungsschwerpunkt in der praktikablen und effektiven Realisierung kooperativen Arbeitens eines geographisch verteilten Teams. Diese Telekooperation wird auf einem möglichst hohem Kommunikationsniveau realisiert. Um dies zu erreichen, wird im Rahmen des KIK-Projektes eine multimediale, kooperative Kommunikationsshell zur Unterstützung von Telekooperationssystemen entwickelt.

In beiden Projekten erfolgt über die Erforschung grundlegender theoretischer Aspekte der skizzierten Fragestellungen hinaus anhand von Beispielapplikationen eine praktische Umsetzung der erzielten Ergebnisse in funktionsfähige Prototypen.

Weiterreichende Ausführungen über Inhalte und Ziele des Projektes können den DFKI-Jahresberichten 1989 und 1990 bzw. der Projektbeschreibung Version 2.1 entnommen werden.

### **2.1.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse**

Die Tatsache, daß in den Projekten TEAMKOM und TEAMWARE unterschiedliche Forschungsschwerpunkte im Bereich "Unterstützung kooperativer Arbeit" verfolgt werden, wird nachfolgend insofern Rechnung getragen, als die im Jahr 1991 geleisteten Arbeiten und die dabei erzielten Ergebnisse für die jeweiligen Teilprojekte getrennt aufgeführt werden.

#### **2.1.1.1. KIK-TEAMKOM**

Mit dem Anspruch, ein anwendungsorientiertes, praxisnahes Forschungsprojekt zu sein, lagen die Aktivitäten des Projektes KIK-TEAMKOM im Jahre 1991 primär in den Bereichen "Benutzeranforderungen" und "Applikationen". Neben der Weiterführung der konzeptionellen Arbeit wurde der 1990 entwickelte erste Prototyp eines multimedialen vernetzten Arbeitsplatzes auf Messen und bei potentiellen Anwendern präsentiert, mit dem Ziel, die Benutzerakzeptanz und Praxisnähe unseres Prototypenkonzepts auszutesten. Gleichzeitig konnte so möglichen Anwendern das Nutzungspotential der Telekooperation vorgeführt und Anforderungen an die Telekooperation ermittelt werden. Dadurch sind wir nunmehr in der Lage, bei der Konzeptionierung und Implementierung der multimedialen, kooperativen Kommunikationsshell bereits in einem frühen Stadium Probleme und Bedürfnisse potentieller Anwender zu berücksichtigen.

Die Realisierung dieser Shell läßt sich in drei, teilweise überlappende, teilweise sequentiell ablaufende Phasen einteilen:

- Bereitstellung eines vernetzten multimedialen Arbeitsplatzes erweitert um kooperativer Tools, einschließlich Audio/Videokonferenz
- Konzeptionierung und Implementierung verschiedener Applikationen
- Realisierung einer wissensbasierten Kommunikationstransparenz (WiKom-System)

Die Shell soll in zwei unterschiedlichen Anwendungsbereichen getestet werden. Deshalb wurden 1991 die Arbeiten im Bereich "Applikationen" vorangetrieben. Einen entscheidenden Beitrag zur Auswahl der Applikationen leisteten dabei die Ergebnisse, die im Rahmen der Präsentationen in den Diskussionen mit potentiellen Anwendern gewonnen wurden.

Diese unterschiedlichen Applikationen werden teilweise mit Partnern aus Siemens-internen Bereichen, teilweise im Rahmen der europäischen Gemeinschaft geförderter Projekte durchgeführt. Außerdem bestehen Kontakte zu anderen DFKI-Projekten (DISCO, AKA-MOD).

Inhaltlich lassen sich diese Applikationen in zwei unterschiedliche Anwendungsgebiete einordnen:

- "Multimediales verteiltes Lernen in einer vernetzten Umgebung" und
- "Kooperatives Bestellwesen"

In dem Anwendungsgebiet "Multimediales verteiltes Lernen" finden wir uns in unterschiedlichen Projekten wieder, die sich mit dieser Problematik beschäftigen:

- SETT - Selbstlernen und Tele-Tutoring (Ausbau und Weiterentwicklung des ersten Demonstrators, Partner: SNI-Trainingscenter München)
- MALIBU - Multimedia and Distance Learning in Banking and Business Environments (EG gefördertes DELTA-Projekt)
- ECOLE - European Collaborative Open Learning Environment (EG gefördertes DELTA-Projekt)

Ein weiteres neues Projekt, das sich 1991 konstituierte und ebenfalls zusammen mit europäischen Partnern durchgeführt wird, nennt sich

- CIO - Coordination Implementation & Operation of Multimedia Services (EG gefördertes RACE II-Projekt).
- SETT - Selbstlernen und Tele-Tutoring im SNI-Trainingscenter in München ist ein Pilotprojekt mit dem Ziel, die bereits vorhandenen computerunterstützten Ausbildungsmöglichkeiten (CBT - computer based training) von Servicetechnikern und Wartungspersonal zu verbessern und zu beschleunigen.

Um dabei Kosten und Zeit einzusparen, wird in SETT die Realisierung einer geografisch verteilten Schulung angestrebt. Dabei kommen über ISDN vernetzte Multimedia-Workstations zum Einsatz, deren Kommunikationsfähigkeiten in eine einfach zu bedienende Benutzeroberfläche eingebunden sind.

Mit der Teilnahme in diesem praxisorientierten Pilotprojekt soll Erfahrung gesammelt werden, um für die in KIK-TEAMKOM zu modellierende generische Kommunikationshell einen möglichst realitätsnahen Anforderungskatalog zu erzielen.

ECOLE - European Collaborative Open Learning Environment beschäftigt sich mit der Entwicklung fortschrittlicher interaktiver Kommunikationssysteme für Fernlernen. Ziel von ECOLE ist die Entwicklung einer kosteneffizienten, interaktiven, ISDN-basierten Umgebung für verbessertes Fernlernen und flexibles Training. Diese distribuierte Lernumgebung soll als Prototyp realisiert und im Feldversuch ausgetestet werden. Insbesondere wird das Problem der Trainer-Lerner Interaktion unter Echtzeitbedingungen und unter Zeitverzögerung betrachtet sowie die Gruppenkommunikation als eine Komponente eines großen multimedialen Fernlerndienstes untersucht. Es ist beabsichtigt, daß die entwickelte prototypische Umgebung in Zukunft als technologische Basis für einen operationalen, europaweiten Fernlerndienst dienen wird.

In MALIBU - Multimedia and Distance Learning in Banking and Business Environments werden Pilotsysteme ausgetestet und validiert, die Lerndienste bereitstellen. Hierbei wird die Kosteneffektivität und die pädagogische Effizienz von neuen, geografisch verteilten und flexiblen Lerndienstsystemen durch ein großangelegtes Experiment im Bankensektor untersucht. Drei unterschiedlich große Banken aus drei verschiedenen EG-Ländern nehmen direkt an diesem Experiment teil.

Die von MALIBU zu entwickelnden Lerndienste sollen kooperatives, kognitiv gefördertes Selbstlernen durch die Realisierung folgender Dienste unterstützen:

- Training Management
- Lernmaterialverteilung
- Informationsbeschaffung
- Auswahl geeigneter Werkzeuge
- Lehren(Tutoring) und Feedback Generierung

- Selbstlernen
- Kooperatives Lernen in Echtzeit oder mit Verzögerung zwischen Lernern oder zwischen Trainer und Lerner

Im Rahmen des SETT-Projektes wird 1992 ein Pilotversuch mit über ISDN vernetzten Lern- und Trainerarbeitsplätzen (in Frankfurt, Stuttgart und München) gestartet. Der Aufbau erfolgt innerhalb des SETT-Projektes und dient als Input für die beiden anderen Projekte. Eingesetzt wird dafür eine erweiterte Version des bereits in KIK-TEAMKOM entwickelten multimedialen Prototyps. Innerhalb dieses Pilotversuches werden Wartungstechniker über Entfernungen geschult.

CIO - Coordination Implementation & Operation of Multimedia Services beschäftigt sich mit der Koordination, Implementation und dem Betrieb einer allgemeinen Kommunikationsplattform für multimediale Dienste. CIO zielt auf die Vernetzung von Workstations über lokale und Weitverkehrsbreitbandnetze (ATM, FDDI, DQDB). Hierbei werden die folgenden zwei Schwerpunkte konkretisiert:

- Realisierung einer Netzwerkschnittstelle zur Übertragung asynchroner (Rechnerdaten) und synchroner Daten (Audio/Video-Konferenz)
- Implementation prototypischer Services, basierend auf dieser Netzwerkschnittstelle, wie z.B.:
  - Joint Viewing
  - Audio/Video-Konferenz
  - Multimedia Mail

Die in CIO erarbeiteten Ergebnisse werden Bestandteil der multimedialen Infrastruktur der KIK-TEAMKOM Applikationen sein.

Durch alle genannten Projekte besteht einerseits ein direkter Zugang zur europäischen Forschung und andererseits ein intensiver Kontakt zu potentiellen Anwendern.

Die Applikation Kooperatives Bestellwesen nimmt gegenüber den anderen Applikationen eine Sonderstellung ein, insofern sie weder in ein EG-Förderprojekt, noch in ein mit Partnern aus Siemens-internalen Bereichen durchgeführtes Projekt eingebunden ist. Kooperatives Bestellwesen ist eine rein interne Applikation, die als Spielwiese dient, zur prototypischen Implementation und Validierung der in KIK-TEAMKOM spezifizierten Konzepte anhand eines spezifischen Anwendungsszenarios. Dabei wird das kooperative Zusammenarbeiten der an einer Bestellung beteiligten Agenten in einer verteilten Umgebung behandelt.

Zusammen mit der Applikation "Multi-Mediales verteiltes Lernen in einer vernetzten Umgebung", die im Projekt SETT/MALIBU durchgeführt wird, zielen beide Applikationen auf die Realisierung einer anwendungsunabhängigen generischen Kommunikationsschale mit deren Hilfe schließlich dann einmal verteilte kooperative Anwendungen wie z.B. das kooperative Bestellwesen relativ einfach und komfortabel konstruiert werden können.

Diese Applikationen werden beispielhaft zeigen, wie das kooperative Zusammenarbeiten geographisch voneinander getrennter Personen optimal unterstützt werden kann. Diese Systeme sollen verteilte Teamarbeit nicht nur technisch ermöglichen, sondern für die Teilnehmer vor allem auch stark vereinfachen.

Hierzu werden intelligente maschinelle Hilfesysteme miteinbezogen, so daß ein verteiltes Mensch-Maschine Team entsteht. Die Applikation kooperatives Bestellwesen beinhaltet z.B. die folgenden maschinellen Teammitglieder (maschinelle Agenten):

- Angebotsagent
  - holt für Kunden (menschliches Teammitglied) selbstständig bei Firmen Angebote ein für gewünschte Funktionalitäten bzw. Produkte oder Produktkombinationen.
  - das Einholen von Angeboten kann bereits während der Beratung mit dem Marktberater erfolgen
- Formularagent
  - unterstützt den Kunden bei der Auswahl und dem richtigen Ausfüllen von Bestellformularen
- Marktberater
  - bietet dem Kunden einen komfortablen Zugriff auf einen großen auf verschiedene Anbieterfirmen verteilten Produktkatalog
  - gibt dem Kunde einen Überblick der Produktpalette, die es auf dem Markt gibt (funktionaler und optischer Eindruck, allgemeine technische Beratung) in Form von Produktkatalogen, die von den Firmen ständig aktualisiert werden
  - stellt selbstständig Anfragen an die Firmen, falls der Kunde Wünsche hat, die in der Form im Katalog nicht vorhanden sind
  - ersetzt das Sammeln und Durchforsten von Katalogen Broschüren bzw. Besuchen der entspr. Firmen
  - hilft dem Kunde die von ihm gewünschten Funktionalitäten und Eigenschaften zu konkretisieren und eine Produktschnittmenge zu bilden, die alle geforderten Funktionalitäten und weitere Constraints (wie z.B. Abmessungen, Preis) erfüllen

Es wurden die Beispielszenarios "Bestellung von Einbalkuchen" und "Bestellung von Hard- und Software" durchgespielt. Für die Bestellung von Einbalkuchen wurde ein konkretes Drehbuch erstellt, das in detaillierter Form die unterschiedlichen Benutzeroberflächen der involvierten Agenten und einen möglichen Ablauf eines Bestellvorgangs beinhaltet.

"Kooperatives Bestellwesen" dient auch als Anwendungsbeispiel für das in KIK-TEAMKOM eingegliederte Explorationsprojekt WiTek. Innerhalb dieses Projektes soll das bereits oben kurz erwähnte System WiKom (Wissensbasierte Kommunikationstransparenz) entwickelt werden.

Aufgrund der Ergebnisse des Jahres 1991 ist ein Anforderungskatalog für das System WiKom in Bearbeitung. Durch dieses System soll eine Akzeptanzsteigerung und Weiterentwicklung der Telekooperation erreicht werden. Die Teilnehmer werden weitestgehend von den technisch erforderlichen Kenntnissen zur Durchführung des Informationsaustausches befreit, um sich so auf ihr eigentlich zu lösendes Problem konzentrieren zu können. Bei der Durchführung des Informationsaustausches muß die aktuelle Teamsituation (Teamzusammensetzung, Infrastruktur, "stille" Vereinbarungen innerhalb des Teams oder spezielle Wünsche einzelner Teilnehmer) berücksichtigt werden. Nur so kann gewährleistet werden, daß der Informationsaustausch im Sinne des kooperierenden Teams ausgeführt wird. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, muß ein flexibles, sich jeder Zeit neuen Gegebenheiten anpaßbares System (WiKom) entwickelt werden. Denn während der Lösung eines Problems kann sich die Teamsituation verändern. Das System benötigt zur Durchführung dieser Aufgaben Wissen über Partnermodelle, die Infrastruktur, vorhandene Ressourcen etc. Als Entwicklungsbasis für WiKom dient ein erweiterter Prototyp des bereits existierenden multimedialen Arbeitsplatzes. Innerhalb des Projektes KIK-TEAMKOM werden die Agenten nur mit eingeschränkter Funktionalität implementiert.

### 2.1.1.2. KIK-Teamware

Wie bereits einleitend erwähnt, besteht der Forschungsschwerpunkt von TEAMWARE in der Konzeption und Entwicklung eines Systems zur Unterstützung kooperativer Mensch-Maschine Arbeit.

Kern der Entwicklungsarbeiten ist die Realisierung von MEKKA, einer Mehr-Agenten Entwicklungsumgebung für die Konstruktion Kooperativer Anwendungen, welche die Grundlage zur expliziten Modellierung distribuerter kooperativer Problemlösungsprozesse bildet.

Dabei umfaßt MEKKA

- eine "general purpose" Architektur für Mehr-Agenten Systeme
- eine Mehr-Agenten Sprache und
- die zugehörigen Entwicklungstools.

Nach der Konzeptionierung der allgemeinen Architektur und der groben Modellierung eines einzelnen Agenten konzentrierten sich im Jahr 1991 die geleisteten Arbeiten auf folgende Schwerpunkte:

- Verfeinerung des Agentenmodells

Das ursprüngliche Agentenmodell wurde verfeinert; insbesondere wurden die einzelnen Module des sog. Agentenkopfes im Hinblick auf die Beteiligung eines Agenten im Rahmen eines Kooperationsprozesses spezifiziert.

- Formalisierung der Kooperation und des Problemlösungsprozesses

Ausgangspunkt ist die Tatsache, daß zielgerichtetes kooperatives Arbeiten Interaktionen zwischen (Gruppen von) Menschen und Maschinen erfordert, um individuelle und gemeinsame Ziele zu erfüllen. Dieser Prozeß kann durch eine Folge abstrakter generischer Aktivitäten, die unabhängig von der konkreten Anwendungsdomäne sind, beschrieben werden.

Die im Problemlösungsprozeß auftretenden Objekte wie z.B. Ziele, Aufgaben, Ressourcenzuweisungen, Ergebnisse sind Verhandlungsgegenstände im Rahmen der Kooperation. Die Verhandlung über diese Objekte wird durch typisierte und strukturierte Nachrichten, sog. Kooperationsprimitive, unterstützt. Sie setzen sich aus Nachrichtentyp und Verhandlungsgegenstand zusammen.

Als Beispiele für Nachrichtentypen seien - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - genannt: accept, reject, propose, request, tell, support, oppose

Mit Hilfe dieser Kooperationsprimitive ist es möglich, die wesentlichen Kooperationsmuster, wie sie aus den Bereichen VKI und CSCW bekannt sind (z.B. master-slave, contract net, bürokratische Modelle der Arbeitsabwicklung), zu modellieren. Diese Kooperationsmethoden stehen den einzelnen Agenten in einer Art Bibliothek zur Verfügung, um so effizient standardisierte Kooperationsstrukturen bei Bedarf anzustoßen.

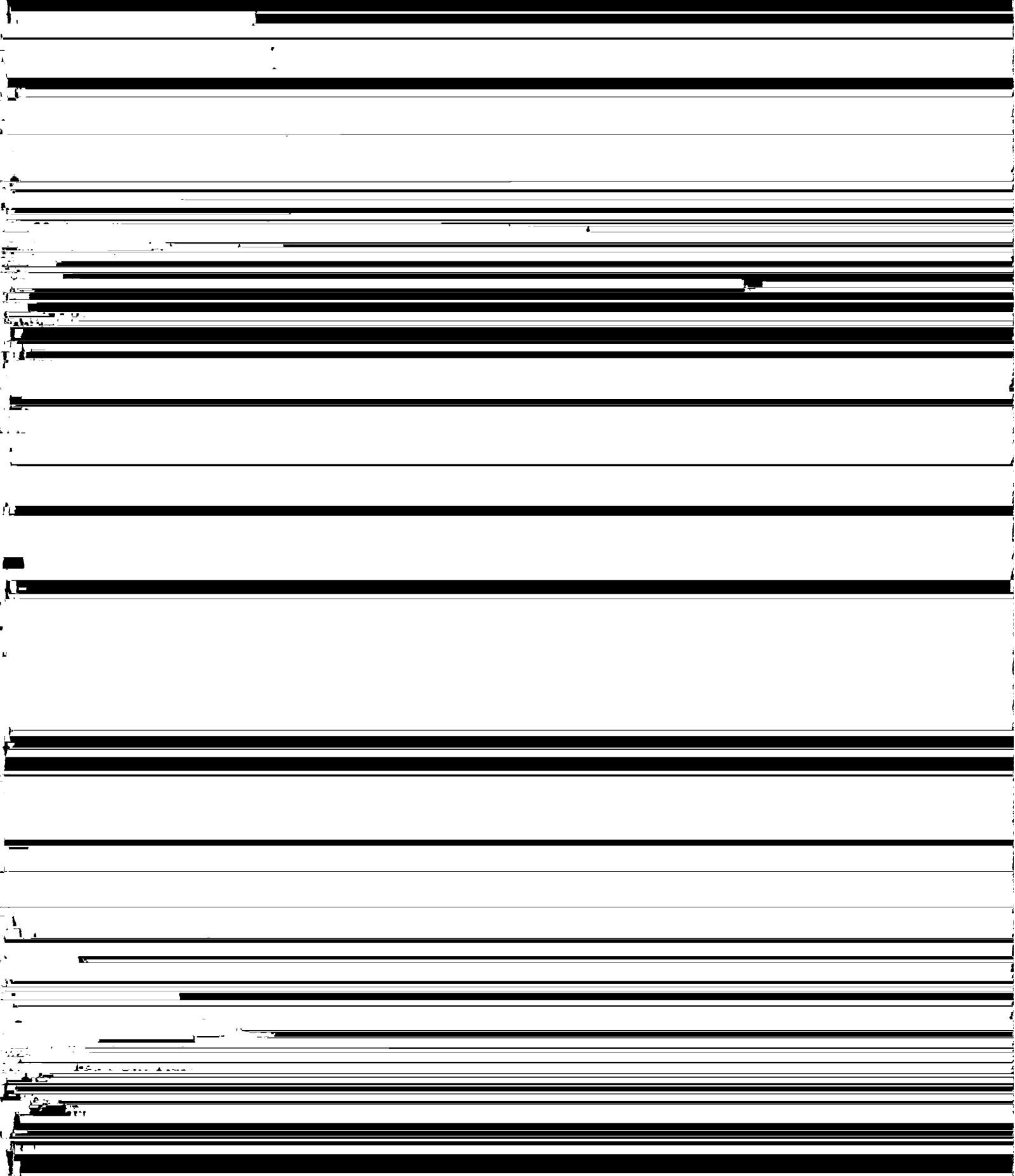
Eine offene Fragestellung ist z. Zt. noch, wie flexible zwischenmenschliche Kooperationsmethoden dynamisch mittels den Kooperationsprimitiven und geeigneter Kompositionsregeln kreiert werden können.

- Einbindung von Menschen in den Kooperationsprozeß

Ein zentraler Punkt ist die Modellierung des den Menschen repräsentierenden Benutzeragenten. Menschen besitzen viel eigenes Kooperationswissen, wovon ein Teil im Benutzeragenten modelliert werden muß.



Der Benutzeragent assistiert dem Menschen: er hält ihn über die Rollen auf dem laufenden, welche der Mensch in verschiedenen Kooperationsstrukturen aktuell einnimmt, besitzt ihn



- H. Haugeneder, D. Steiner. Cooperation Structures in Multi-Agent Systems. in: 4. Intern. GI-Kongreß Wissensbasierte Systeme. Verteilte Künstliche Intelligenz und kooperatives Arbeiten. Informatik-Fachberichte 291. 1991.
- T.C. Horstmann. Distributed Truth Maintenance. DFKI Dokument D-91-11. Kaiserslautern. Mai 1991.
- A. Lux, J. Schweitzer. MALIBU: Interaktives kooperatives Arbeiten in verteilter Multimedia-Umgebung. in: 1. Fachtagung Computerunterstützte Gruppenarbeit (CSCW). Bremen. German Chapter of the ACM. Band 34. 1991.
- D. Mahling. Cognitive Engineering for HCI. in: Proceedings Schärding Workshop on Informatics and Psychology. Academic Press. erscheint 1992.
- D. Mahling, T. Horstmann, A. Scheller-Houy, A. Lux, D. Steiner, H. Haugeneder. Wissensbasierte Unterstützung von Gruppenarbeit oder: Die Emanzipation der maschinellen Agenten. in: 1. Fachtagung Computerunterstützte Gruppenarbeit (CSCW). Bremen. German Chapter of the ACM. Band 34. 1991.
- A. Scheller-Houy, K. Wimmer: Telekooperation - neue Aspekte der Bürokommunikation, Beitrag in "Bürokommunikation und Akzeptanz", R. Helmreich (Hrsg.), R. v. Decker's, '91
- Thomas Schmidt: Vorschläge für die Übertragung von Bewegtbildern zwischen Multimedia-Workstations über einen FDDI-1-Ring. Interner Siemens Bericht, November '91
- D. Steiner, A. Burt. (eds.) A Preliminary Agent Model. ESPRIT Projekt 5362 IMAGINE. Deliverable D-II.2. Vol. I,II,III. August 1991.
- D. Steiner, J. Müller. (eds.) MAAMAW'91. Pre-Proceedings of the 3rd European Workshop on "Modelling Autonomous Agents and Multi Agent Worlds". DFKI Document D-91-10. August 1991.

### Vorträge:

- C. Dietel: "Fernlernen", Workshop an der Ludwig Maximilian Universität München. Oktober '91
- H. Haugeneder. Cooperation Structures in Multi-Agent Systems. 4. Intern. GI-Kongreß Wissensbasierte Systeme. Verteilte Künstliche Intelligenz und kooperatives Arbeiten. München. Oktober 1991.
- H. Haugeneder. "Industrial DAI Applications: Myth or Reality?" Panel Discussion, DAI Workshop. ESPRIT Konferenz. Brüssel. 27. November 1991.
- A. Lux. MALIBU: Interaktives kooperatives Arbeiten in verteilter Multimedia-Umgebung. 1. Fachtagung Computerunterstützte Gruppenarbeit (CSCW). Bremen. Oktober 1991.
- A. Lux. Wissensbasierte Unterstützung von Gruppenarbeit oder: Die Emanzipation der maschinellen Agenten. 1. Fachtagung Computerunterstützte Gruppenarbeit (CSCW). Bremen. Oktober 1991.
- D. Mahling. Cognitive Engineering for HCI. Schärding Workshop on Informatics and Psychology. Mai 1991.
- D. Mahling. CSCW für Einsteiger. Tutorial. 1. Fachtagung Computerunterstützte Gruppenarbeit (CSCW). Bremen. Oktober 1991.
- W. Reinhard: Telekooperationsplattform. ZFE ST Leitungskreis der Siemens AG, München. Dezember '91.
- A. Scheller-Houy: Wissensbasierte Telekooperation. ZFE ST Leitungskreis der Siemens AG, München. Dezember '91.
- J. Schweitzer: "Neue Lernsysteme", Workshop am Institut für Publikationssysteme, Darmstadt. Februar '91
- J. Schweitzer: "Kooperative Systeme", Workshop "Breitbandapplikationen", Siemens ZFE, München. April '91
- J. Schweitzer: "Interaktives Kooperatives Arbeiten", Workshop "Multimedialer Redaktionsarbeitsplatz", WDR Köln. Juni '91
- J. Schweitzer: "Kooperatives Arbeiten in einer verteilten multimedialen Umgebung", Forum-Multimedia, "Computer Based Training", Institut für betriebliche Schulung, Berlin, Oktober '91
- J. Schweitzer: "Distributed Multimedia", Protex V, Luxemburg, November '91
- D. Steiner. Seminarvortrag über DAI. FORWISS, Erlangen. 4. Juli 1991.
- D. Steiner. IMAGINE's Approach to Distributed Intelligence. DAI Workshop. ESPRIT Konferenz. Brüssel. 27. November 1991.
- D. Steiner, F. v. Martial, K. Sundermayer: DAI Tutorial. GWAI'91. German Workshop on Artificial Intelligence. Bonn. 16. September 1991.

### Veranstaltungen:

- A. Lux, A. Scheller-Houy: Fortgeschrittenenpraktikum im WS 90/91 "Verteilte Wissensbasen".
- D. Steiner et. al. 1. MASDIT Meeting. ESPRIT Projekt 5362 IMAGINE. Universität Kaiserslautern/DFKI. 25.-26. Juli 1991.
- D. Steiner, H.-J. Müller. Organization Committee. Third European Workshop on "Modelling Autonomous Agents and Multi Agent Worlds" (MAAMAW'91). Kaiserslautern. 5.-7. August 1991.
- KIK-TEAMKOM Team: Präsentation des Malibu Systems. OEN-Messe, Siemens AG, München. Januar '91.
- KIK-TEAMKOM Team: Workshop "Neue Lernsysteme" und Präsentation des Malibu Systems. AUT-Schulen, Siemens AG, Nürnberg. Januar '91.

KIK-TEAMKOM Team: Präsentation des Malibu Systems. CeBit '91, Hannover. März '91.

### 2.1.3. Personalia

Zur KIK Projektgruppe kamen im Jahr 1991 zwei neue Mitarbeiter hinzu; hierbei handelt es sich um Dipl.-Inform. M. Kolb (1. Juli 1991) und Dr. F. Bomarius (1. Oktober 1991). Beide verstärken als DFKI-Mitarbeiter die KIK-TEAMWARE Gruppe.

Dr. D. Mahling vom DFKI und Dipl.-Ing. M. Feith von der Siemens AG schieden zum 1. Juli 1991 bzw. zum 31. Dezember 1991 aus.

Dies hatte eine personelle Umbesetzung der Teilprojekte zufolge:

Dipl.-Inform. D. Scheidhauer wechselte zum 1. September 1991 in das Teilprojekt KIK-TEAMKOM.

Zum 31. Dezember bestand die KIK-TEAMWARE-Gruppe aus:

Dr. D. Steiner (Leiter), ZFE BT SE 13	(0631-205-3501)
Dr. F. Bomarius	(0631-205-3453)
A. Burt, M. Sc.	(0631-205-3441)
Dipl.-Inform. M. Kolb	(0631-205-3488)
Dipl.-Inform. A. Lux	(0681-302-5296)

Zum 31. Dezember bestand die KIK-TEAMKOM-Gruppe aus:

Dr.-Ing. J. Schweitzer (Leiter), ZFE ST SN 72	(0681-302-5290)
Dipl.-Ing. C. Dietel, ZFE ST SN 72	(0681-302-5291)
Dipl.-Ing. W. Reinhard, ZFE ST SN 72	(0681-302-5294)

## 2.2. Projekt PLUS

Das Projekt PLUS (Plan-based User Support) wird als anwendungsorientiertes Forschungsprojekt im Rahmen einer Kooperation zwischen dem IBM Labor Böblingen, der IBM Deutschland GmbH und dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), Standort Saarbrücken durchgeführt. Die Laufzeit von PLUS beträgt zwei Jahre (1.10.1990 - 30.9.1992).

Generelle Zielsetzung des PLUS-Projektes ist die Entwicklung und Implementierung planbasierter Beschreibungsmethoden und Werkzeuge zur intelligenten Benutzerunterstützung. Dabei sollen die Entwicklungsmöglichkeiten und die Realisierung des Einsatzes dieser KI-Verfahren innerhalb konkreter Produkte evaluiert werden. Im Mittelpunkt des Interesses stehen die Möglichkeiten des Einsatzes intelligenter Hilfesysteme für Applikationen mit direkt-manipulative Benutzerschnittstellen (DMI), deren Interaktion auf dem Prinzip eines benutzergeführten Dialoges basiert.

Die Besonderheit von Applikationen in DMI-Umgebungen (mit DMI-Schnittstellen) liegt in der großen Flexibilität des Benutzers bei der Bearbeitung seiner Aufgaben. Die Aktionen, die zur Bearbeitung einer Aufgabe durchgeführt werden müssen, unterliegen weder einer strengen Reihenfolgebeziehung, noch ist ein enger zeitlicher Zusammenhang erforderlich. Insbesondere kann der Benutzer mehrere Aufgaben parallel bearbeiten und beliebig zwischen ihnen hin- und herspringen. Erleichtert diese Flexibilität einerseits dem erfahrenen Anwender die Arbeit mit einem solchen System, so kann andererseits der im Umgang mit einer DMI-Oberfläche ungeübte Benutzer aufgrund der entstehenden Komplexität leicht auf Probleme stoßen.

Das innerhalb des PLUS-Projektes zu entwickelnde Hilfesystem soll dabei einen menschlichen Experten ersetzen, den ein Benutzer in einer solchen Situation um Hilfe bitten würde, oder der ihm bei seiner Arbeit 'über die Schulter schaut' und ihm gegebenenfalls Ratschläge gibt, sobald er ein ineffizientes oder fehlerhaftes Vorgehen erkennt. Im Gegensatz zu Handbüchern oder statischen Online-Hilfen ist das PLUS-Hilfesystem in der Lage, kontext-abhängig auf die Probleme des Benutzers einzugehen, indem ihm Ratschläge bezüglich der von ihm aktuell bearbeiteten Aufgaben gegeben werden. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, soll das Hilfesystem verschiedene Formen intelligenter Benutzerunterstützung bereitstellen.

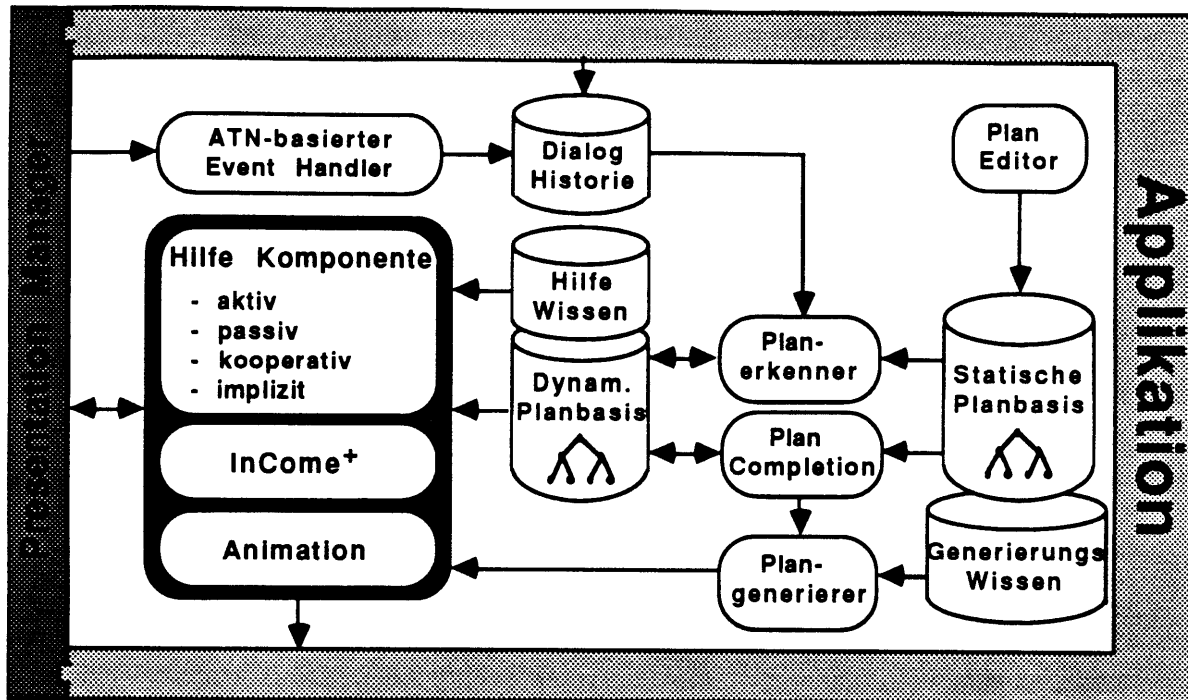


Abbildung 1: PLUS System-Architektur

Es wurden statische Planbasen für zwei Demonstrator-Applikationen aufgebaut. Daneben wurden Schnittstellen zwischen Planerkenner und Applikation (Dialog Historie) sowie zwischen Planerkenner und Planvervollständiger auf der einen und den Hilfefunktionen auf der anderen Seite implementiert.

Der Planerkennungsprozeß in PLUS basiert auf einer vordefinierten hierarchischen Planbasis, die mit Hilfe der Planbeschreibungssprache GPL<sup>+</sup> codiert wird. In GPL<sup>+</sup> können verschiedene eng mit DMI-Umgebungen verknüpfte Probleme wie *Optionalität*, *multiple Selektion*, *Iteration*, *Parallelität* sowie verschiedene *Sichten* auf Objekte abgebildet werden. Daneben können allgemein bei Planerkennung auftretende Merkmale wie *Parameter-* und *Zeit-Constraints*, *Plan-Abbruch* und *Plan-Interaktionen* modelliert werden. Die Planhierarchie kann mit Hilfe des graphik-orientierten Planeditors PlanEdit<sup>+</sup> interaktiv aufgebaut werden. PlanEdit<sup>+</sup> ermöglicht die Generierung der internen, objekt-orientierten Repräsentation der 'statischen Planbasis'.

Das Planerkennungsmodul PlanRecognizer<sup>+</sup> versucht mit Hilfe eines *Spreading Activation* Algorithmus die in der Dialoghistorie gespeicherten Aktionen auf Pläne in der statischen Planbasis abzubilden und baut zur Laufzeit eine 'dynamische Planbasis' auf. Das in der dynamischen Planbasis enthaltene hypothetische Wissen über die aktuell vom Benutzer verfolgten Ziele und Pläne dient wiederum zusammen mit einer Wissensbasis über allgemeine Hilfe-Strategien als Grundlage für die Hilfefunktionen und für InCome<sup>+</sup>.

Das Modul InCome<sup>+</sup> wurde im Rahmen einer Diplomarbeit von M.A. Thies bereits vor Projektbeginn implementiert und wurde nun in das PLUS-System eingepaßt. InCome<sup>+</sup> bietet dem Benutzer eine graphische Visualisierung des aktuellen Dialog-Kontextes und möglicher zukünftiger Interaktionen sowie eine graphisch aufbereitete Dialoghistorie. Die vom Benutzer ausgeführten Aktionen werden im Kontext der Pläne und Ziele, denen sie durch den Planerkenner zugeordnet wurden, in einer Graph-Struktur visualisiert. Mit Hilfe der Planvervollständigungskomponente wird diese Struktur um die zur Vollendung der begonnenen Pläne erforderlichen Schritte ergänzt. Der Benutzer kann durch diese Struktur navigieren. Darüberhinaus bietet InCome<sup>+</sup> weitere Merkmale wie aufgabenbezogene Undo- und Redo-Möglichkeiten und einen kontext-sensitiven Tutor.

Für die Animation und die Plangenerierung wurden bereits erste Ideen und Ansätze entwickelt, die aber bisher noch nicht für eine Integration in den Prototyp ausgearbeitet wurden.

Der PLUS-Prototyp wird in Smalltalk V/PM unter OS/2 auf IBM PS/2 Modellen mit 8MB Hauptspeicher entwickelt.

### 2.2.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

#### DFKI-interne Kontakte:

Aufgrund der gemeinsamen Zielrichtung, der Entwicklung planbasierter Hilfesysteme, besteht ein enger Kontakt zu den Mitarbeitern des PHI Projektes, der sich insbesondere auch durch die Teilnahme der PLUS-Mitarbeiter an den PHI-Projektsitzungen ausdrückt.

Um einen noch engeren Bezug zwischen beiden Projekten herzustellen, wird im Bereich Planerkennung untersucht, ob der in PHI verfolgte logikbasierte Ansatz auch auf die PLUS-Domäne anwendbar ist. Dies wird zur Zeit anhand eines Beispielles evaluiert.

### 2.2.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

#### Veröffentlichungen:

T. Fehrlé und M.A. Thies: *InCome: A System to navigate through Interactions and Plans*. In: H.-J. Bullinger (Hrsg.), *Human Aspects in Computing: Design and Use of Interactive Systems and Information Management*. Amsterdam, London, New York, Tokyo, 1991. Elsevier Science Publishers B.V.

## 2.3. Projekt WIDAN

Das Projekt WIDAN (Wissensbasierte Dokumentanalyse) ist ein Kooperationsprojekt zwischen dem Daimler Benz Forschungsinstitut in Ulm und dem DFKI mit einer Laufzeit von 3 Jahren (1. Mai 1990 bis 31. März 1993). In dem Projekt arbeiten insgesamt 3 Wissenschaftler — zwei von Daimler Benz und ein DFKI Mitarbeiter.

Ziel von WIDAN ist es, ausgewählte Forschungsthemen der Dokumentanalyse aufzugreifen, sie zu untersuchen und zu verbessern, indem wissensbasierte Techniken eingesetzt werden. Diese neu geschaffenen Verfahren sollen in die Dokumentanalyse-Systeme von Daimler Benz und DFKI eingebettet werden und letztendlich den Analyseprozeß qualitativ unterstützen. Ziel von WIDAN ist somit nicht die Entwicklung eines vollständigen Analyse-Systems, sondern vielmehr auf einzelne Forschungsfragen innerhalb der Dokumentanalyse einzugehen sowie die entwickelten Lösungsansätze in vorhandenen Prototypen einzubetten und zu testen.

### 2.3.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurden drei Themen fokussiert, die aktuelle und noch nicht befriedigend gelöste Probleme darstellen:

- welche Merkmale und Verfahren können verwendet werden, um in komplexen Dokumenten, die enthaltenen Text-, Bild- und Graphikbestandteile zu separieren;
- wie können Gütebewertungen, die von konkurrierenden Analyseexperten stammen, kombiniert werden um letztlich die Ableitung eines optimalen Ergebnisses zu ermöglichen;
- wie sollte ein Formalismus aussehen, mit dem einerseits Dokumente repräsentiert werden können, andererseits die Steuerung und Überwachung der Analyseschritte erlaubt.

In den folgenden Abschnitten werden die Aktivitäten bzgl. den drei Forschungsfragen näher beleuchtet.

#### Trennung in Text- und Nichttext-Bereichen

Durch die zunehmende Verbreitung von Publishingsystemen hat sich die Komplexität von Papierdokumenten gravierend erhöht. Text-, Graphik- und Bildbestandteile werden auf die unterschiedlichsten Arten kombiniert. Für Dokumentanalyse-Systeme ergibt sich dadurch ein Trennungsproblem, da die einzelnen Informationsarten separiert werden müssen, um sie später mit entsprechenden Spezialisten analysieren zu können (z.B. Textbereiche von Zeichen-erkennungskomponenten, Graphikbereiche von Spezialisten zur Detektion von Primitiven wie Linien und Kreise). Die Relevanz der einzelnen Informationsarten ergibt sich aus dem jeweiligen Kontext bzw. aus der Aufgabenstellung.

Für viele Anwendungen genügt es allerdings, eine Unterscheidung in Text- und Nichttext-bereiche vorzunehmen, da Textbereiche Informationen sehr konzentriert enthalten. Die Aktivitäten in WIDAN konzentrieren sich daher auf die Trennung dieser beiden Informationsarten.

Die eigentliche Trennung kann auf zwei grundsätzlich verschiedene Arten durchgeführt werden. Die erste Methode betrachtet einzelne Bildpunkte des Binärbildes und versucht diese, als Text oder Nichttext zu klassifizieren. Der zweite Ansatz basiert auf ganzen Zusammenhängen, die aufgrund ihrer Eigenschaften einem der beiden Bereiche zugeordnet werden.

Innerhalb von WIDAN wird die Realisierung der zweiten Methode angestrebt, da sie leichter eine Einbeziehung von Wissen ermöglicht und von Seiten Daimler Benz Untersuchungsergebnisse bzgl. einer Pixelklassifikation bereits vorliegen.

Für die zu lösende Aufgabe wurde das *Single Pass RandLinien-Codierungsverfahren* (SPRLC) von Daimler Benz am DFKI verfügbar gemacht. Ebenso wurde eine Benutzeroberfläche implementiert, die unter anderem die Visualisierung von Zusammenhängen (ZG), das

Anzeigen von ZG-Attributen sowie das Erstellen von Stichproben ermöglicht. Dies war notwendig, da ein Hilfsmittel benötigt wurde, das sowohl die Analyseergebnisse darstellen kann als auch Eingabedaten aufbereitet und letztlich statistische Auswertungen ermöglicht.

### Kombination von Bewertungen verschiedener Experten

Die Analyse von Dokumenten ist eine komplexe Aufgabe, die in unterschiedliche Teilschritte zerfällt. Jeder Schritt bearbeitet unterschiedliche Datenabstraktionsebenen und erzeugt eine Reihe von Hypothesen, die an den folgenden Schritt weitergereicht werden. Die Bildung von Hypothesen in jeder Abstraktionsebene involviert eine Bewertung der erzeugten Hypothesen, die von einem oder mehreren Experten getroffen wird, die für diese Abstraktionsebene verantwortlich sind.

Ein typisches Beispiel ist die Zeichenklassifikation, die Zeichenhypothesen eine Zeichenbedeutung zuordnet: ein Experte mag lediglich zwischen Groß- und Kleinbuchstaben unterscheiden können, ein zweiter kann die Zeichenbedeutung aus lokalen Zeichenmerkmalen bestimmen und ein dritter versucht, die Bedeutung aus dem Wortkontext abzuleiten.

Ein Experte gibt ein Votum für jede mögliche Hypothese ab, wobei es erlaubt ist, daß mehrere Einzelhypothesen zusammengefaßt werden und ein einheitliche Bewertung erfahren. Dieses Vorgehen minimiert zum einen die Anzahl der abgegebenen Voten und andererseits wird der Experte nicht zu einer Detaillierung gezwungen, die sich aus der Analyse der ihm zur Verfügung stehenden Merkmale nicht ableiten läßt. Voten dieser Art werden mit Hilfe von *Dempster's Rule* (Evidenztheorie) zu einer gemeinsamen Aussage kombiniert.

### Repräsentationsformalismus

Zur Repräsentation von Dokumentwissen und zur Darstellung von algorithmischen Wissens ist der frame-basierte Formalismus FRESCO — Frame Representation for Structured Documents — entworfen worden. Mit Sprachmitteln von FRESCO ist es möglich, eine Begriffswelt von Dokumentobjekten aufzubauen, die aus zu analysierenden Dokumenten extrahiert werden sollen. Die Syntax unterscheidet nur vier Sprachkonstrukte: Konzept, Konzepteigenschaft, Konzeptteil und Konzepteinschränkung. Mit diesen Sprachmitteln lassen sich unterschiedliche Eigenschaften zu den einzelnen Objekten beschreiben, wie strukturelle Beziehungen zwischen Dokumentobjekten, inhaltliche Eigenschaften zu Begriffen und geometrisches Wissen über Objekte. Damit können allgemeine Layoutregeln zwischen Objekten modelliert werden, die beschreiben, wie beispielsweise Zeilen- und Textblöcke aufgebaut sind. Sie bilden die Basis des Dokumentmodells.

Neben diesen für alle Objekte gültigen Regeln werden spezielle logische Objekte modelliert, indem ihre spezifischen Inhalte und ihre Beziehungen zu anderen logischen Objekten definiert werden. Mit denselben Sprachmitteln werden die Analysealgorithmen modelliert, die zur Analyse von Dokumenten notwendig sind. Objekte in diesem Begriffssystem enthalten als wesentliche Eigenschaften eine Vorbedingung und eine Nachbedingung, die definieren, welche Dokumentobjekte von einem Algorithmus verarbeitet und welche erzeugt werden.

Diese beiden Begriffswelten werden zur Analyse eines strukturierten Dokuments kombiniert. Die zur Analyse notwendigen Algorithmen werden zu einer Abfolge konfiguriert und ausgeführt. Die berechneten Dokumentobjekte werden in der modellierten Dokumentbegriffswelt interpretiert. Beispielhaft sind mit FRESCO bestimmte Teilobjekte auf Geschäftsbriefen, auf Formularen, wie Einzahlungsbelegen, und auf Briefumschlägen modelliert.

### 2.3.2. Kontakte zu anderen DFKI-Projekten

#### DFKI-interne Kontakte:

Wie in der zu anfangs beschriebenen Zielvorstellung erläutert wurde, soll in dem Projekt WIDAN kein eigenständiges System entwickelt, sondern existierende Systeme verbessert und erweitert werden. Da am DFKI das Projekt ALV sich ebenfalls mit der Analyse von gedruckten Dokumenten befaßt, ergeben sich daraus automastisch intensive Kontakte, die sich nicht nur in





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

Die von externen Partnern (d.h. weder BMFT noch Gesellschaftern) durchgeführten Projekte bilden das dritte Standbein des DFKI. Im Jahre 1991 wurden die folgenden Projekte durchgeführt.

#### **3.1. Projekt KIWi**

In dem KIWi-Projekt (Konstruktion und Integration von Wissen) wurde eine integrative Theorie über das Lernen aus Text, Lernen aus Beispielen und Lernen durch Explorieren in der

### 3.1.1.1. Makroskopische Modellierung

Beim Erwerb von Wissen aus Programmen ist die Wissenserwerbsphase dadurch charakterisiert, daß die Lernmaterialien nicht mehr nur die Programmkonstrukte von LISP beschreiben. Das Wissenserwerbsziel besteht darin, zielorientiertes Problemlösewissen zu akquirieren, also Wissen, welches effektiv zum Lösen von Programmierproblemen in LISP eingesetzt werden kann. Die Lernprozesse, die für diesen Wissenserwerbsschritt identifiziert wurden, unterscheiden sich für Anfänger und Fortgeschrittene als Konsequenz ihres unterschiedlichen Vorwissens. Aus diesem Grunde wurden zunächst Anfänger und Fortgeschrittene durch ihr Vorwissen charakterisiert. Diese Differenzierung führte zu einer Unterscheidung von zwei Wissensformen auf situativer Ebene, die im Rahmen der Modellierung als System- und Prozedurwissen eingeführt wurde. Systemwissen beschreibt alles Wissen über ein bestimmtes System. Dies sind die Interaktionsmöglichkeiten, die (von außen) mit dem System bestehen zusammen mit den daraus resultierenden Veränderungen in dem System. Im Gegensatz dazu beschreibt Prozedurwissen alles Wissen, das notwendig ist, um gezielt Probleme in einem System zu lösen. Allgemein kann ein Problem in einem System durch die Angabe eines Ausgangs- und eines Zielzustandes beschrieben werden. Die Lösung eines solchen Problems besteht aus einer Menge von abstrakten Aktionen oder Interaktionen, die in dem System zulässig sind, sowie Anweisungen, wie diese Aktionen anzuwenden sind.

Anfänger konnten nun dadurch charakterisiert werden, daß sie das notwendige Systemwissen über die Programmkonstrukte der Programme aus den Lernmaterialien besitzen. Der Wissenserwerbsprozeß wurde zunächst durch eine "mentale Simulation" des Programmes beschrieben, bei der die Berechnungsfolgen des Programmes in allgemeiner Art analysiert werden. In einer Computersimulation [5,8] dieser "mentalen Simulation" konnte ein solcher symbolischer Trace automatisch aus einer formalen Repräsentation des Systemwissens erzeugt werden. Hierbei wurden Eingabevariablen in das zu simulierende Programm mit symbolischen Werten belegt und die Konsequenzen allgemeiner Art aus dem Systemwissen abgeleitet. Erklärungs-basiertes Lernen [Bergmann 91] auf der Basis dieses Traces führte durch eine Generalisierung der symbolisch ausgeführten Programmanweisungen zu variabilisierten

Eine empirische Untersuchung zur Erhebung von Erklärungen auf der Basis von System- und Prozedurwissen wurde konzipiert. Den Versuchspersonen (Vpn) wurden zwei unterschiedliche Aufgabentypen vorgegeben: zum einen sollte der Ablauf eines gegebenen Programmes durch Aussagen über die generelle Wirkung der Programmkonstrukte beschrieben werden, und zum anderen sollten die Planungsschritte beschrieben werden, die zum Entwurf des Programmes geführt haben könnten.

### 3.1.1.2. Mikroskopische Modellierung

In dem in Abbildung 1 beschriebenen Modell werden die propositionale Ebene als Abstraktion des Textes und die Template-Ebene als Abstraktion der Beispiele postuliert. Die situative Ebene stellt das gemeinsame Modell des erlernten Gegenstandsbereiches dar, das unabhängig vom Lernmaterial ist, aus dem es resultiert. Um das Ziel einer kognitiven Modellierung mit berechenbarem Charakter im Sinne der Informatik zu erreichen, war es erforderlich, die Repräsentationsebenen dahingehend zu präzisieren, daß Repräsentationsformalismen und Prozesse formalisiert spezifiziert sind. Da eine hybride Repräsentation aus symbolischen und konnektionistischen Teilen angestrebt wurde, muß die Bedeutung der jeweiligen Bestandteile sowie deren Interaktion beschrieben werden.

Während die symbolische Repräsentation versucht, die Semantik der Repräsentationsebenen beim Menschen abzubilden, ist es das Ziel der konnektionistischen Repräsentation, die Speichermechanismen und Abrufprozesse zu modellieren. Die symbolische Repräsentation versucht, die kognitiven Einheiten, die beim Menschen postuliert werden, abzubilden. Deshalb sind die kognitiven Einheiten, die in der symbolischen Repräsentation vorkommen, als mehr oder weniger stark aktivierbare Knoten in einem zusammenhängenden Netzwerk angeordnet. D.h. für jede kognitive Einheit der symbolischen Repräsentation gibt es einen Knoten im Netzwerk.

Die Knoten müssen nach bestimmten semantischen Kriterien miteinander vernetzt werden. Da die Semantik für die einzelnen Ebenen symbolisch repräsentiert ist wurden möglichst viele

### 3.1.1.3. Ausblick

Im KIWi-Projekt sollen weiterhin Verfahren zur Konstruktion und Integration von abstraktem und wiederverwendbarem Wissen über Computerprogramme erarbeitet werden. Das interdisziplinäre Forschungsteam verfolgt dabei einen kognitionswissenschaftlichen Ansatz, in dem formale Aspekte der Informatik gleichermaßen berücksichtigt werden, wie die Gesetzmäßigkeiten der menschlichen Kognition. Aufgrund einer Modellierung des menschlichen Verständnisses von Computerprogrammen sollen abstrakte und kognitiv adäquate Beschreibungen von wiederverwendbaren Software-Modulen gewonnen werden.

### 3.1.2. Verknüpfung mit anderen DFKI Projekten

Das KIWi Projekt arbeitet in enger Kooperation mit dem ARC-TEC Projekt. So haben bereits Resultate des KIWi Projekts in das integrierte Wissensakquisitionsverfahren des ARC-TEC Projekts Eingang gefunden. Auch beim Einsatz statistischer Analyseverfahren für die Wissenserhebung in ARC-TEC wurde eine fruchtbare Kooperation zwischen den beiden Projekten praktiziert.

### 3.1.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

#### Veröffentlichungen:

- [Bergmann 91] Bergmann, R. (1991). *Erklärungsbasiertes Lernen: Stand der Forschung und Perspektiven*. Manuscript, DFKI Kaiserslautern.
- Bergmann, R. & Schmalhofer, F. (1991). CECoS: A case experience combination system for knowledge acquisition for expert systems. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 23, 142-148.
- Bergmann, R. & Schmalhofer, F. (1991). *A cognitive model for the acquisition of system and procedure knowledge from different learning materials*. Manuscript, DFKI Kaiserslautern.
- Bergmann, R. (in Druck). Knowledge acquisition by generating skeletal plans. In Schmalhofer, F., Strube, G., & Wetter, T. (Eds.), *Contemporary Knowledge Engineering and Cognition* (pp. ). Heidelberg: Springer.
- Bergmann, R. (in Druck). Explanation-based learning for the automated reuse of programs. In , *Proceedings of the IEEE-Conference on Computer Systems and Software Engineering, COMPEURO92*.
- Bergmann, R., Boschert, S., & Schmalhofer, F. (in Druck). Das Erlernen einer Programmiersprache: Wissenserwerb aus Texten, Beispielen und komplexen Programmen. In Reiss, K., Reiss, M., & Spandl, H. (Eds.), *Maschinelles Lernen - Modellierung von Lernen mit Maschinen*. : Springer-Verlag.
- [Boschert 91] Boschert, S. *Verifikationsprozesse nach Lernen aus Text oder Beispielen*, Master's thesis, Universität Freiburg, 1991.
- Hauptenthal, W. *Erklärungsbasiertes Lernen von Skelettprogrammen für die Programmiersprache LISP*. Projektarbeit, Universität Kaiserslautern.
- Schmalhofer, F., Bergmann, R., Kühn, O., & Schmidt, G. (1991). Using integrated knowledge acquisition to prepare sophisticated expert plans for their re-use in novel situations. In Christaller, T. (Ed.), *GWAI-91 15th German Workshop on Artificial Intelligence* (pp. 62-71). : Springer-Verlag.
- Schmalhofer, F. & Boschert, S. (1991). *Learning from text and examples: How situation model, text representation and template base depend on instruction materials and priopr domain knowledge*. Manuscript, DFKI Kaiserslautern.
- Schmalhofer, F., Kühn, O., & Boschert, S. (in Druck). The acquisition and utilization of knowledge in beginners and advanced learners. In Wender, K.F., Schmalhofer, F., & Böcker, K.D. (Eds.), *Cognition and Computer Programmung*. : Ablex.

#### Vorträge:

- R. Bergmann. Knowledge Acquisition by Generating Skeletal Plans from Real World Cases. Workshop der GI-Fachgruppen "Knowledge Engineering" und "Kognition", 21.-22. 2.1991, Kaiserslautern.
- R. Bergmann. Erklärungsbasiertes Lernen von prozeduralem Wissen. Workshop der GI-Fachgruppe "Maschinelles Lernen", 30-31.7.1991, Stuttgart.
- R. Bergmann. Erklärungsbasiertes Lernen aus Fällen. GWAI-Workshop: Welche Rolle spielen Fälle für wissensbasierte Systeme, 19.-20.9.1991, Bonn.

- F. Schmalhofer. Cases, rules, and models in cognition and knowledge engineering. Workshop der GI-Fachgruppen "Knowledge Engineering" und "Kognition", 21.-22. 2.1991, Kaiserslautern.
- F. Schmalhofer. Ein Integratives Modell der menschlichen Begriffsbildung aus Text und aus Beispielen. Workshop der GI-Fachgruppen "Maschinelles Lernen" und "Kognition", 28.4.- 1.5.1991, Bonn.
- F. Schmalhofer, R. Bergmann & S. Boschert. Wissenserwerbsprozesse beim Lernen von LISP. Kolloquium im Schwerpunktprogramm Wissenspsychologie WISP-91, 19.-21.9.1991, Trier.
- F. Schmalhofer, R. Bergmann, O. Kühn & G. Schmidt. Using Integrated Knowledge Acquisition to Prepare Sophisticated Expert Plans for their Re-Use in Novel Situations. 15. Fachtagung für Künstliche Intelligenz, 16.-20.9.1991, Bonn.
- J. Thoben. Wiederholungs-, Varianten- und Neuplanung bei der Fertigung rotationssymmetrischer Drehteile. Workshop der GI-Fachgruppen "Knowledge Engineering" und "Kognition", 21. 22. 2.1991

#### 3.1.4. Personalia

Zum 31. Dezember bestand die KIWi-Gruppe aus:

Dr. Franz Schmalhofer (Leiter)	(0631-205-3465)
Dipl.-Inform. Ralph Bergmann	(0631-205-3464)
Dipl.-Psych. Stefan Boschert	(0631-205-3464)

## 3.2. Projekt SIW

In einer Kooperation des Instituts für Flugführung der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) in Braunschweig und dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Kaiserslautern wurde das Projekt SIW (Softwaresystem zur Interaktiven Wissenverwaltung) durchgeführt. Als zentrale Aufgabe stand die Entwicklung einer interaktiv zu benutzenden Wissensbank, in der fachliches Wissen aus Teilgebieten der Flugsicherung effizient rechnergestützt verwaltet werden soll. Die ständige Interaktion mit dem Benutzer beim "Durchblättern" erfordert in besonderem Maße eine adäquate Präsentation des gespeicherten Wissens. Beim Aufbau einer entsprechenden Wissensbank sind zum einen vorzufindende Darstellungsformen des Wissens, wie etwa zusammenhängender oder stichwortartiger Text, mathematische Formeln oder Bilder, zu berücksichtigen. Zum anderen sind die zu speichernde Domäne der Flugsicherung sowie qualitativ und quantitativ unterschiedliche Wissensquellen, wie etwa Bücher, Artikel, Bericht oder Notizen, von Interesse.

Im Projekt SIW sollte eine Experimentalwissensbank in einem sehr eng begrenzten Teilgebiet der Flugsicherung aufgebaut werden. Es sollten grundlegende Techniken für Wissenserwerb und Wissensaufbau entwickelt werden. Die Möglichkeiten und Grenzen des ausgewählten Softwaresystems KMS sollten, auch anhand dieser Techniken, verdeutlicht werden.

### 3.2.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Nach der theoretisch basierten Entscheidung für das Hypermediasystem KMS sollte die praktische Einsetzbarkeit dieses Systems untersucht werden. Dazu sollten, falls erforderlich, an der Benutzerschnittstelle sowohl im Hinblick auf den Wissensbankadministrator als auch auf die lesenden Benutzer erste Verbesserungen vollzogen werden. Für den lesenden Benutzer stand vor allem eine komfortable Suche zur Diskussion. Dieser Aspekt wurde allerdings vorerst nicht genau betrachtet.

- Aufbau und Wartung der Hypermedia-Wissensbank (Wissensbankadministrator)

Beim Aufbau der Hypermedia-Wissensbank stellt sich die Transformation von gedruckten Informationsvorlagen in die elektronische Wissensbank als größtes Problem dar. Die Transformation ist insgesamt eine zeitintensive Aufgabe, die darüber hinaus zeitweise den Einsatz eines Experten der Wissensdomäne erfordert. Als erster Schritt zur Unterstützung wurde eine komfortable Benutzerschnittstelle für den Wissensbankadministrator entwickelt und exemplarisch implementiert. Um die Arbeit des Wissensbankadministrators weiter zu erleichtern, wurden Frametypen zur besseren Strukturierung der Wissensbank vorgeschlagen und ebenfalls beispielhaft implementiert.

Die bisher durchgeführten Arbeiten zur Milderung des Engpasses beim Aufbau der Wissensbank sind insgesamt noch nicht befriedigend. Für den gesamten Vorgang der Transformation von Papiervorlagen in die Hypermedia-Wissensbank ist eine weitergehende Unterstützung durch den Rechner sinnvoll und erforderlich. Nur so können die Schwierigkeiten bei der Transformation ausreichend abgeschwächt oder gar beseitigt werden. (triviale Routinearbeit - vollautomatisch, halbautomatisch, manuell)

- Nutzung der Hypermedia-Wissensbank (lesende Benutzer)

Die von KMS (und von Hypermediasystemen im allgemeinen) angebotenen Suchfunktionalitäten sind zu schwach und müssen verbessert werden. Für den lesenden Benutzer sind unterschiedliche "komfortable Schlüsselwortsuchen" (z.B. Suche in bestimmten Frametypen oder bestimmten Framebereichen) und "graphische Suchunterstützung" (z.B. von Linktypen oder Frametypen abhängige Browser) erforderlich. Durch solche Verbesserungen wird auf eine breite Akzeptanz durch die lesenden Benutzer abgezielt.

### 3.2.2. Verknüpfung mit anderen DFKI-Projekten

Die bestehenden Beziehungen zum Projekt ALV wurden inhaltlich vertieft. Dabei wurde einerseits versucht, Erkenntnisse der Dokumentanalyse aus ALV für SIW zu nutzen. Andererseits sollten die Erfahrungen aus SIW helfen, die Speicherungs- und Präsentationsmöglichkeiten von Hypermediasystemen in ALV realistisch zu beurteilen.

Die Untersuchung von Geschäftsbriefen im Rahmen des ALV-SUB-Projekts ist ein Beispiel für die



## 4. Ausblick auf weitere Projekte

In diesem Abschnitt wird ein Ausblick auf Projekte gegeben, deren Durchführung im Jahr 1992 beginnen soll.

### 4.1. Projekt PEP

#### 4.1.1. Projektbeschreibung und Projektziel

In dem Vorhaben PEP (Personal Electronic Paper) sollen Problemstellungen in dem Bereich des sogenannten *Elektronischen Papiers* bearbeitet werden. Dieses Medium, das auch unter Begriffen wie Note Pad (pen and display) und Palm Top bekannt ist, erlaubt es, mit Hilfe eines Stiftes auf ein sensitives Tableau Eingaben in einen Computer vorzunehmen. Der Durchbruch dieser tastaturlosen Computer hängt entscheidend von der Qualität der Handschrifterkennung ab.

#### **4.2.1. Projektorganisation**

Das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz in Kaiserslautern und die Siemens AG in München planen zum 1. April 1992 den Start des Kooperationsprojektes PEP. Es soll über eine Dauer von 3 - 5 Jahren durchgeführt werden. Projektleiter ist Dr. Andreas Dengel (Telefon: 0631/205-3215). Insgesamt sollen 2 wissenschaftliche Mitarbeiter eingestellt werden.

## 4.2. Projekt VERBMOBIL

### 4.2.1. Projektbeschreibung und Projektziel

VERBMOBIL steht als Arbeitstitel für ein BMFT-Projekt der mobilen Übersetzung spontan gesprochener Sprache. Es geht langfristig darum, ein System zur Übersetzung von Verhandlungsdialogen in face-to-face Situationen zu entwickeln. Dabei wird angenommen, daß die beiden Gesprächspartner, z.B. ein Deutscher und ein Japaner, Englisch als Dialogsprache benutzen und zumindest passiv beherrschen. Das System übersetzt von der jeweiligen Ausgangssprache ins Englische. Es kann abhängig von der Sprachperfektion der Partner zur vollständigen Übersetzung ins Englische oder zur Unterstützung der Partner bei momentan fehlenden oder schwierigen Wörtern oder Gesprächselementen eingesetzt werden. Das bereits laufende ASL-Vorhaben wird als Teilprojekt in VERBMOBIL integriert. Als Diskursbereich für den ersten Demonstrator wurde ein Terminabstimmungsgespräch festgelegt. Als Eingabesprache sind zunächst Deutsch und Japanisch geplant. Es sind Kooperationen mit amerikanischen und japanischen Forschungsinstituten in Vorbereitung.

Ein vom BMFT eingesetztes Team von Fachleuten bereitet bis Ende April 1992 ein grob definiertes 8- bis 10-jähriges Gesamtforschungs- und -entwicklungsprojekt vor, mit einer detaillierten Definition der ersten vierjährigen Stufe.

Folgende Beiträge aus Saarbrücken zu VERBMOBIL sind geplant:

- Dialogverarbeitung
- Generierung
- Transfer durch Synchrone Tree Adjoining Grammars (STAGs)
- Syntax / Semantik Schnittstelle
- Lexikon und Morphologie
- Software-Integration und Architektur

### 4.2.2. Projektorganisation

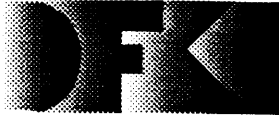
Der geplante Fördermittelgeber für dieses Projekt ist das BMFT. Für das Verbundprojekt ist ein Förderumfang von bis zu 15 Mio DM p.a. geplant. Verbmobil soll über eine Dauer von 8 Jahren durchgeführt werden, beginnend am 1. Oktober 1992. Projektleiter ist Prof. Dr. Wolfgang Wahlster (Telefon: 0681/302-5252).

An der VERBMOBIL Arbeitsgemeinschaft sind außer dem DFKI Saarbrücken weiterhin beteiligt:

- GMD Darmstadt,
- IBM Stuttgart,
- Siemens München,
- und die Universitäten von Berlin, Hamburg, Karlsruhe, München und Stuttgart.

## Namensverzeichnis

André 85	Hinkelmann 49	Schauder 86
Baader 22	Hoch 33	Scheidhauer 69; 95
Bachmann 49	Hollunder 22	Scheller-Houy 95
Backofen 64	Hönes 101	Schmalhofer 49; 106
Barth 5	Kemke 52	Schmidt 49; 95
Bauer 76	Kiefer 64	Schölles 98
Bayer 101	Klauck 49	Schreiner 86
Berger 98	Klößner 98	Schroth 15
Bergmann 106	Köhler 76	Schupeta 15
Bernardi 49	Kolb 95	Schürmann 101
Biundo 76	Krieger 64	Schweitzer 95
Bleisinger 33	Kuhn 15	Siekmann 15; 22
Boley 49	Kühn 49	Smolka 69
Bomarius 95	Laux 22	Sommer 49
Boschert 106	Legleitner 49	Steiner 95
Bürckert 22	Lux 95	Thies 98
Burt 95	Malburg 33	Treinen 69
Busemann 64	Mandler 101	Uszkoreit 52; 64
Dengel 11; 33; 101; 110	Mehl 69	Wahlster 76; 85; 98; 111
Dengler 76	Merziger 76	Wendl 5
Dietel 95	Meyer 49	Würtz 69
Fehrle 98	Müller 15	
Fein 33	Nebel 86	
Finkler 85	Nerbonne 52; 64	
Fischer 15	Netter 64	
Graf 85	Neumann 64	
Hanschke 49	Nutt 22	
Harbusch 85	Olthoff 11	
Hecking 76	Reinhard 95	
Heinsohn 86	Richter 49	
Henz 69	Rist 86	



**Deutsches  
Forschungszentrum  
für Künstliche  
Intelligenz GmbH**

**DFKI  
-Bibliothek-  
PF 2080  
D-6750 Kaiserslautern  
FRG**

## DFKI Publikationen

Die folgenden DFKI Veröffentlichungen des Jahres 1991 oder die aktuelle Liste von erhältlichen Publikationen können bezogen werden von der oben angegebenen Adresse.

Die Berichte werden, wenn nicht anders gekennzeichnet, kostenlos abgegeben.

## DFKI Publications

The following DFKI publications of 1991 or the list of currently available publications can be ordered from the above address.

The reports are distributed free of charge except if otherwise indicated.

---

### DFKI Research Reports

#### RR-91-01

*Franz Baader, Hans-Jürgen Bürckert, Bernhard Nebel, Werner Nutt, Gert Smolka*

#### On the Expressivity of Feature Logics with Negation, Functional Uncertainty, and Sort Equations

20 pages

**Abstract:** Feature logics are the logical basis for so-called unification grammars studied in computational linguistics. We investigate the expressivity of feature terms with complements and the functional uncertainty construct needed for the description of long-distance dependencies and obtain the following results: satisfiability of feature terms is undecidable, sort equations can be internalized, consistency of sort equations is decidable if there is at least one atom, and consistency of sort equations is undecidable if there is no atom.

#### RR-91-02

*Francesco Donini, Bernhard Hollunder, Maurizio Lenzerini, Alberto Marchetti Spaccamela, Daniele Nardi, Werner Nutt*

#### The Complexity of Existential Quantification in Concept Languages

22 pages

**Abstract:** Much of the research on concept languages, also called terminological languages, has focused on the computational complexity of subsumption. The intractability results can be divided into two groups. First, it has been shown that extending the basic language FL- with constructs containing some form of logical disjunction leads to co-NP-hard subsumption problems. Second, adding negation to FL- makes subsumption PSPACE-complete. The main result of this paper is that extending FL- with unrestricted existential quantification makes subsumption NP-complete. This is the first proof of intractability for a concept language.

concept languages. It turns out that all known subsumption algorithms which try to handle these constructs are incomplete, and thus detecting only few subsumption relations between concepts. We present a subsumption algorithm for our language which is sound and complete. Subsequently we discuss why the subsumption

**RR-91-07***Günter Neumann, Wolfgang Finkler***A Head-Driven Approach to Incremental and Parallel Generation of Syntactic Structures**

13 pages

**Abstract:** This paper describes the construction of syntactic structures within an incremental multi-level and parallel generation system. Incremental and parallel generation imposes special requirements upon syntactic description and processing. A head-driven grammar represented in a unification-based formalism is introduced which satisfies these demands. Furthermore the basic mechanisms for the parallel processing of syntactic segments are presented.

**RR-91-08***Wolfgang Wahlster, Elisabeth André, Som Bandyopadhyay, Winfried Graf, Thomas Rist***WIP: The Coordinated Generation of Multimodal Presentations from a Common Representation**

23 pages

**Abstract:** The task of the knowledge-based presentation system WIP is the generation of a variety of multimodal documents from an input consisting of a formal description of the communicative intent of a planned presentation. WIP generates illustrated texts that are customized for the intended audience and situation. We present the architecture of WIP and introduce as its major components the presentation planner, the layout manager, the text generator and the graphics generator. An extended notion of coherence for multimodal documents is introduced that can be used to constrain the presentation planning process. The paper focuses on the coordination of contents planning and layout that is necessary to produce a coherent illustrated text. In particular, we discuss layout revisions after contents planning and the influence of layout constraints on text generation. We show that in WIP the design of a multimodal document is viewed as a non-monotonic planning process that includes various revisions of preliminary results in order to achieve a coherent output with an optimal media mix.

**RR-91-09***Hans-Jürgen Bürckert, Jürgen Müller, Achim Schupeta***RATMAN and its Relation to Other Multi-Agent Testbeds**

31 pages

**Abstract:** RATMAN (Rational Agents Testbed for Multi Agent Networks) is a workbench for the definition and testing of *rational* agents in multi-agent environments. The special feature of RATMAN is the specification of such agents with hierarchical knowledge bases comprising all knowledge levels from sensoric knowledge to learning capabilities. In all levels only knowledge representation languages have to be used which are based on logic. On each knowledge level the designer may choose the granularity of knowledge for the agent to be designed and moreover he may decide whether the agent should have a certain skill at all. Thus it will be possible to construct a society of very heterogeneous agents from expert systems on one side of the spectrum to simple reactive agents on the other side. Since the aim of such a testbed is to get more insight in the behavior of intelligent agents' cooperating actions, RATMAN is providing a set of statistical and documentational features. In the second part other approaches to multi-agents environments are presented. AF, MACE, AGORA and MAGES are first characterized by their main features. Then their specialities are discussed and finally the borders with respect to RATMAN are considered.

**RR-91-10***Franz Baader, Philipp Hanschke***A Scheme for Integrating Concrete Domains into Concept Languages**

31 pages

**Abstract:** A drawback which concept languages based on KL-ONE have is that all the terminological knowledge has to be defined on an abstract logical level. In many applications, one would like to be able to refer to concrete domains and predicates on these domains when defining concepts. Examples for such concrete domains are the integers, the real numbers, or also non-arithmetic domains, and predicates could be equality, inequality, or more complex predicates.

In the present paper we shall propose a scheme for integrating such concrete domains into concept languages rather than describing a particular extension by some specific concrete domain. We shall define a terminological

and an assertional language, and consider the important inference problems such as subsumption, instantiation, and consistency. The formal semantics as well as the reasoning algorithms are given on the scheme level. In contrast to existing KL-ONE based systems, these algorithms will be not only sound but also complete. They generate subtasks which have to be solved by a special purpose reasoner of the concrete domain.

**RR-91-11**

*Bernhard Nebel*

### Belief Revision and Default Reasoning: Syntax-Based Approaches

31 pages

**Abstract:** Belief revision leads to temporal nonmonotonicity, i.e., the set of beliefs does not grow monotonically with time. Default reasoning leads to logical nonmonotonicity, i.e., the set of consequences does not grow monotonically with the set of premises. The connection between these forms of nonmonotonicity will be studied in this paper focusing on syntax-based approaches. It is shown that a general form of syntax-based belief revision corresponds to a special kind of partial meet revision in the sense of variants of logics for default reasoning. Additionally, the computational complexity of the membership problem in revised belief sets and of the equivalent problem of derivability in default logics is analyzed, which turns out to be located at the lower end of the polynomial hierarchy.

**RR-91-12**

*J. Mark Gawron, John Nerbonne, Stanley Peters*

### The Absorption Principle and E-Type Anaphora

33 pages

**Abstract:** The Absorption Principle is a principle of situation theory which restricts the kinds of parametric information which is available. In particular it rules out abstraction over variable occurrences in parametric restrictions (unless the parameter itself is included). In *Anaphora and Quantification in Situation Semantics*, Gawron and Peters showed that the Absorption Principle has intuitively correct consequences in applications to quantificational and anaphoric semantics, but Sem. Saebø, Verne and Vestre (1990) point out cases of incorrect



**Abstract:** A model to represent spatial relations is presented. It is used for the definition of common sense knowledge of rational agents in a multi-agent-scenario. The main idea is, that it is structured in two levels: the representation of relations may be accomplished in terms of predicate logic at one level or in expressions of Cartesian coordinates at the other. Hence reasoning is possible with common rules of deduction as well as via exact calculations of the positions.

Here we give an overview on the whole structure and then investigate in the the definition of a set of spatial

relations at the "Logical Level". Finally special features like the handling of the context and the problem of multiple views are discussed.

**RR-91-15**

*Bernhard Nebel, Gert Smolka*

### Attributive Description Formalisms ... and the Rest of the World

20 pages

**Abstract:** Research in knowledge representation has led to the development of so-called terminological logics, which have the purpose to support the representation of the conceptual and terminological part of Artificial Intelligence applications. Independently, in Computational Linguistics so-called feature logics have been developed, which are aimed at representing the semantic and syntactic information natural language sentences convey. Since both of these logics rely mainly on attributes as the primary notational primitives for representing knowledge, they can be jointly characterized as attributive description formalisms.

Although the intended applications for terminological logics and feature logics are not identical, and the computational services of systems based on the respective formalisms are quite different for this reason, the logical foundations turn out to be very similar -- as we pointed out elsewhere. In this paper, we will show how attributive description formalisms relate to "the rest of the world." Recently, a number of formal results in the area of attributive description formalisms have been obtained by exploiting other research fields, such as formal language theory, automata theory, and modal logics. This connection between different fields of formal research will be highlighted in the sequel.

**RR-91-16**

*Stephan Busemann*

### Using Pattern-Action Rules for the Generation of GPSG Structures from Separate Semantic Representations

18 pages

**Abstract:** In many tactical NL generators the semantic input structure is taken for granted. In this paper, a new approach to multilingual, tactical generation is presented that keeps the syntax separate from the semantics. This allows for the system to be directly adapted to application-dependent representations. In the case at hand, the semantics is specifically designed for sentence-semantic transfer in a machine translation system. The syntax formalism used is Generalized Phrase Structure Grammar (GPSG). The mapping from semantic onto syntactic structures is performed by a set of pattern-action rules. Each rule matches a piece of the input structure and guides the GPSG structure-building process by telling it which syntax rule(s) to apply. The scope of each pattern-action rule is strictly local, the actions are primitive, and rules can not call each other. These restrictions render the production rule approach both highly modular and transparent.

**RR-91-17**

*Andreas Dengel, Nelson M. Mattos*

### The Use of Abstraction Concepts for Representing and Structuring Documents

17 pages

**Abstract:** Due to the amount of documents available in modern offices, it is necessary to provide a multitude of methods for the structuring of knowledge, i.e., abstraction concepts. In order to achieve their uniform representation, such concepts should be considered in an integrated fashion to allow concise descriptions free of redundancy. In this paper, we present our approach towards an integration of methods of knowledge structuring. For this purpose, our view of abstraction concepts is briefly introduced using examples of the document world and compared with some existing systems. The main focus of this paper is to show the applicability of an integration of these abstraction concepts as well as their built-in reasoning facilities in supporting document processing and management.

20 pages

**Abstract:** In this paper we describe an effort to construct a catalogue of syntactic data, exemplifying the major syntactic patterns of German. The purpose of the corpus is to support the diagnosis of errors in the syntactic components of natural language processing (NLP) systems. Two secondary aims are the evaluation of NLP systems components and the support of theoretical and empirical work on German syntax.

The data consist of artificially and systematically constructed expressions, including also negative (ungrammatical) examples. The data are organized into a relational data base and annotated with some basic information about the phenomena illustrated and the internal structure of the sample sentences. The organization of the data supports selected systematic testing of specific areas of syntax, but also serves the purpose of a linguistic data base.

The paper first gives some general motivation for the necessity of syntactic precision in some areas of NLP and discusses the potential contribution of a syntactic data base to the field of component evaluation. The second part of the paper describes the set up and control methods applied in the construction of the sentence suite and annotations to the examples. We illustrate the approach with the example of verbal government. The section also contains a description of the abstract data model, the design of the data base and the query language used to access the data. The final sections compare our work to existing approaches and sketch some future extensions.

We invite other research groups to participate in our effort, so that the diagnostics tool can eventually become public domain.

**RR-91-19***Munindar P. Singh*

### On the Commitments and Precommitments of Limited Agents

15 pages

**Abstract:** Rationality is an important concept in Artificial Intelligence and Philosophy. When artificial systems are considered to be intelligent or autonomous, it is almost obligatory to attribute intentions and beliefs to them. The currently dominant view of intentions sees them as involving commitments on the part of the agents who have them. But the notion of commitment seems to clash with the notion of rationality. It is argued that this need not be so. Commitments are only appropriate for agents with a limited capacity to reason. A treatment of commitment has been previously proposed that reconciles them with rationality. Here further motivations for the commitments of limited agents are discussed. This analysis is extended to account for the so-called precommitments, which have been excluded by others as introducing too much complexity.

**RR-91-20***Christoph Klauck, Ansgar Bernardi, Ralf Legleitner*

### FEAT-Rep: Representing Features in CAD/CAM

48 pages

**Abstract:** When CAD/CAM experts view a workpiece, they perceive it in terms of their own expertise. These terms, called *features*, which are build upon a *syntax* (geometry) and a *semantic* (e.g. skeletal plans in manufacturing or functional relations in design), provide an abstraction mechanism to facilitate the creation, manufacturing and analysis of workpieces. Our goal is to enable experts to represent their own *feature-language* via a *feature-grammar* in the computer to build *feature-based* systems e.g. CAPP systems. The application of formal language terminology to the feature definitions facilitates the use of well-known formal language methods in conjunction with our flexible knowledge representation formalism FEAT-REP which will be presented in this paper.

**RR-91-21***Klaus Netter*

### Clause Union and Verb Raising Phenomena in German

38 pages

**Abstract:** In this paper we discuss a class of constructions in German syntax which have been known as *coherent infinitive*, *clause union* or *verb raising* constructions. These data run against the predictions of strictly configurational theories by apparently having a syntactic structure where the subcategorization frames of two or more verbal heads are merged into one. Thus, in addition to a fully bi-clausal structure with two clearly separated verbal heads, we also have to envisage the case where a verb is apparently raised from an embedded to form a verb cluster together with its governing verb, while the sets of their arguments are merged into a single set, representing the case of clause union. In addition, there are constructions where there is no evidence for clause union, but where one could nevertheless argue for the formation of a verb cluster.

We investigate these data by looking at a series of constructions which bear evidence on the issue. Among these are *extraposition*, which appears a reliable test for nonobligatory verb raising; *subjectless constructions*, which are possible only as the complements of so-called raising verbs but not of control verbs; *S-bar-Pronominalization*, which seems to be limited to equi-verbs; *scrambling* and *long reflexivization*, which we can take as evidence for clause union; the *scope of adjuncts and negation* which argues in favour of verb raising, but does not necessarily presuppose clause union; and finally certain *topicalization* phenomena which appear to violate almost any of the generalizations set up so far by configurational theories.

**RR-91-22**

*Andreas Dengel*

### Self-Adapting Structuring and Representation of Space

27 pages

**Abstract:** The objective of this report is to propose a syntactic formalism for space representation. Beside the well known advantages of hierarchical data structure, the underlying approach has the additional strength of self-adapting to a spatial structure at hand. The formalism is called *puzzletree* because its generation results in a number of blocks which in a certain order — like a puzzle — reconstruct the original space. The strength of the approach does not lie only in providing a compact representation of space (e.g. high compression), but also in attaining an ideal basis for further knowledge-based modeling and recognition of objects. The approach may be applied to any higher-dimensioned space (e.g. images, volumes). The report concentrates on the principles of *puzzletrees* by explaining the underlying heuristic for their generation with respect to 2D spaces, i.e. images, but also schemes their application to volume data. Furthermore, the paper outlines the use of *puzzletrees* to facilitate higher-level operations like image segmentation or object recognition. Finally, results are shown and a comparison to conventional region quadrees is done.

**RR-91-23**

*Michael Richter, Ansgar Bernardi, Christoph Klauck, Ralf Legleitner*

### Akquisition und Repräsentation von technischem Wissen für Planungsaufgaben im Bereich der Fertigungstechnik

24 Seiten

**Zusammenfassung:** Im Bereich der Fertigungstechnik kann eine Fülle von Planungsaufgaben identifiziert werden, die für eine Bearbeitung mit Methoden der KI geeignet erscheinen. Das Projekt ARC-TEC am DFKI wendet die KADS-Methode zur systematischen Entwicklung von Expertensystemen an und erstellt Tools für alle Phasen dieser Entwicklung. Die Brauchbarkeit der entwickelten Methoden und Tools wird am Beispiel der Erstellung von Arbeitsplänen für die Drehbearbeitung demonstriert. Besonderes Augenmerk gilt dabei der expliziten Repräsentation des konkreten Expertenwissens und der Bearbeitung des gegebenen Problems in einer der Vorgehensweise des Experten möglichst naheliegenden Weise.

**Abstract:** In the area of production engineering many planning tasks can be found which seem well-suited to be tackled using AI-methodologies. The ARC-TEC project of the DFKI uses the model based KADS approach for a systematic development of expert systems and provides tools to support the different phases of this development. The generation of work plans for manufacturing by turning is used as an example to demonstrate the applicability of the different tools and methodologies. Special focus is upon the explicit representation of the concrete experts knowledge and the problem solving strategy which closely follows the way an expert solves the problem.

**RR-91-24**

*Jochen Heinsohn*

### A Hybrid Approach for Modeling Uncertainty in Terminological Logics

22 pages

**Abstract:** This paper proposes a probabilistic extension of terminological logics. The extension maintains the original performance of drawing inferences in a hierarchy of terminological definitions. It enlarges the range of applicability to real world domains determined not only by definitional but also by uncertain knowledge. First, we introduce the propositionally complete terminological language  $\{\backslash alc\}$ . On the basis of the language construct "probabilistic implication" it is shown how statistical information on concept dependencies can be represented. To guarantee (terminological and probabilistic) consistency, several requirements have to be met. Moreover, these requirements allow one to infer implicitly existent probabilistic relationships and their quantitative computation. By explicitly introducing restrictions for the ranges derived by instantiating the consistency requirements,  $\{\backslash it exceptions\}$  can also be handled. In the categorical cases this corresponds to the overriding of properties in nonmonotonic inheritance networks. Consequently, our model applies to domains where both term descriptions and non-categorical relations between term extensions have to be represented.

**RR-91-25**

*Karin Harbusch, Wolfgang Finkler, Anne Schauder*

### Incremental Syntax Generation with Tree Adjoining Grammars

16 pages

**Abstract:** With the increasing capacity of AI systems the design of human--computer interfaces has become a favorite research topic in AI. In this paper we focus on aspects of the output of a computer. The architecture of a sentence generation component -- embedded in the WIP system -- is described. The main emphasis is laid on the motivation for the incremental style of processing and the encoding of adequate linguistic units as rules of a Lexicalized Tree Adjoining Grammar with Unification.

**RR-91-26**

*M. Bauer, S. Biundo, D. Dengler, M. Hecking, J. Koehler, G. Merziger*

### Integrated Plan Generation and Recognition

- A Logic-Based Approach -

17 pages

**Abstract:** The work we present in this paper is settled within the field of intelligent help systems. Intelligent help systems aim at supporting users of application systems by the achievements of qualified experts. In order to provide such qualified support our approach is based on the integration of plan generation and plan recognition components. Plan recognition in this context serves to identify the users goals and so forms the basis for an active user support. The planning component dynamically generates plans which are proposed for the user to reach her goal. We introduce a logic-based approach where plan generation and plan recognition is done on a common logical basis and both components work in some kind of cross-talk.

**RR-91-27**

*A. Bernardi, H. Boley, Ph. Hanschke, K. Hinkelmann, Ch. Klauck, O. Kühn,  
R. Legleitner, M. Meyer, M. M. Richter, F. Schmalhofer, G. Schmidt, W. Sommer*

### ARC-TEC:

### Acquisition, Representation and Compilation of Technical Knowledge

18 pages

**Abstract:** A global description of an expert system shell for the domain of mechanical engineering is presented. The ARC-TEC project constitutes an AI approach to realize the CIM idea. Along with conceptual solutions, it provides a continuous sequence of software tools for the acquisition, representation and compilation of technical knowledge. The shell combines the KADS knowledge acquisition methodology with the WIP system.

11 pages

**Abstract:** In this Paper we describe an interface between typed formalisms and terminological languages like KL-ONE. The definition of such an interface is motivated by the needs of natural language front-ends to AI-systems where information must be transmitted from the front-end to the back-end system and vice versa.

We show some minor extensions to the feature formalism allow for a syntactic description of individual concepts in terms of typed feature structures. Namely, we propose to include intervals and a special kind of sets. Partial consistency checks can be made on these concepts descriptions during the unification of feature terms. Type checking on these special involves calling the classifier of the terminological language. The final consistency check is performed only when transferring these concept description into structures of the A-Box of the terminological language.

**RR-91-29***Hans Uszkoreit*

### Strategies for Adding Control Information to Declarative Grammars

17 pages

**Abstract:** Strategies are proposed for combining different kinds of constraints in declarative grammars with a detachable layer of control information. The added control information is the basis for parametrized dynamically *controlled linguistic deduction*, a form of linguistic processing that permits the implementation of plausible linguistic performance models without giving up the declarative formulation of linguistic competence. The information can be used by the linguistic processor for ordering the sequence in which conjuncts and disjuncts are processed, for mixing depth-first and breadth-first search, for cutting off undesired derivations, and for constraint-relaxation.

**RR-91-30***Dan Flickinger, John Nerbonne*

### Inheritance and Complementation: A Case Study of *Easy* Adjectives and Related Nouns.

20

**Abstract:** Mechanisms for representing lexically the bulk of syntactic and semantic information for a language have been under active development, as is evident in the recent studies contained in this volume. Our study serves to highlight some of the most useful tools available for structured lexical representation, in particular, (multiple) inheritance, default specification, and lexical rules. It then illustrates the value of these mechanisms in illuminating one corner of the lexicon involving an unusual kind of complementation among a group of adjectives exemplified by *easy*. The virtues of the structured lexicon are its succinctness and its tendency to highlight significant clusters of linguistic properties. From its succinctness follow two practical advantages, namely its ease of maintenance and modifiability. In order to suggest how important these may be practically, we extend the analysis of adjectival complementation in several directions. These further illustrate how the use of inheritance in lexical representation permits exact and explicit characterizations of phenomena in the language under study. We demonstrate how the use of the mechanisms employed in the analysis of *easy* enable us to give a unified account of related phenomena featuring nouns like *pleasure*, and even the adverbs (adjectival specifiers) *too* and *enough*. Along the way we motivate some elaborations of the Head-Driven Phrase Structure Grammar (HPSG) framework in which we couch our analysis, and offer several avenues for further study of this part of the English lexicon.

**RR-91-31***H.-U. Krieger, J. Nerbonne***Feature-Based Inheritance Networks for Computational Lexicons**

11 pages

**Abstract:** The virtues of viewing the lexicon as an inheritance network are its succinctness and its tendency to highlight significant clusters of linguistic properties. From its succinctness follow two practical advantages, namely its ease of maintenance and modification. In this paper we present a feature-based foundation for lexical inheritance. We argue that the feature-based foundation is both more economical and expressively more powerful than non-feature-based systems. It is more economical because it employs only mechanisms already assumed to be present elsewhere in the grammar (viz., in the feature system), and it is more expressive because feature systems are more expressive than other mechanisms used in expressing lexical inheritance (cf. DATR). The lexicon furthermore allows the use of default unification, based on the ideas of default unification, defined by Bouma.

These claims are buttressed in sections sketching the opportunities for lexical description in feature-based lexicons in two central lexical topics, inflection and derivation. Briefly, we argue that the central notion of paradigm may be defined in feature structures, and that it may be more satisfactorily (in fact, immediately) linked to the syntactic information in this fashion. Our discussion of derivation is more programmatic; but here, too, we argue that feature structures of a suitably rich sort provide a foundation for the definition of lexical rules.

We illustrate theoretical claims in application to German lexis. This work is currently under implementation in a natural language understanding effort (DISCO) at the German Artificial Intelligence Center (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz).

**RR-91-32***Rolf Backofen, Lutz Euler, Günther Görz***Towards the Integration of Functions, Relations and Types in an AI Programming Language**

14 pages

**Abstract:** This paper describes the design and implementation of the programming language PC-Life. This language integrates the functional and the Logic-oriented programming style and feature types supporting inheritance. This combination yields a language particularly suited to knowledge representation, especially for application in computational linguistics.

**RR-91-33***Franz Baader, Klaus Schulz***Unification in the Union of Disjoint Equational Theories: Combining Decision Procedures**

33 pages

**Abstract:** Most of the work on the combination of unification algorithms for the union of disjoint equational theories has been restricted to algorithms which compute finite complete sets of unifiers. Thus the developed combination methods usually cannot be used to combine decision procedures, i.e., algorithms which just decide solvability of unification problems without computing unifiers. In this paper we describe a combination algorithm for decision procedures which works for arbitrary equational theories, provided that solvability of so-called unification problems with constant restrictions—a slight generalization of unification problems with constants—is decidable for these theories. As a consequence of this new method, we can for example show that general *A*-unifiability, i.e., solvability of *A*-unification problems with free function symbols, is decidable. Here *A* stands for the equational theory of one associative function symbol.

Our method can also be used to combine algorithms which compute finite complete sets of unifiers. Manfred Schmidt-Schauß' combination result, the until now most general result in this direction, can be obtained as a consequence of this fact. We also get the new result that unification in the union of disjoint equational theories is finitary, if general unification—i.e., unification of terms with additional free function symbols—is finitary in the single theories.

**RR-91-34***Bernhard Nebel, Christer Bäckström***On the Computational Complexity of Temporal Projection and some related Problems**

35 pages

**Abstract:** One kind of temporal reasoning is *temporal projection* - the computation of the consequences for a set of events. This problem is related to a number of other temporal reasoning tasks such as story understanding, plan validation, and *planning*. We show that one particular simple case of temporal projection on partially ordered events turns out to be harder than previously conjectured. However, given the restrictions of this problem, planning and story understanding are easy. Additionally, we show that plan validation, one of the intended applications of temporal projection, is tractable for an even larger class of plans. The incomplete decision procedure for the temporal projection problem that has been proposed by other authors, however, fails to be complete in the case where we have shown plan validation to be tractable.

**RR-91-35***Winfried Graf, Wolfgang Maaß***Constraint-basierte Verarbeitung graphischen Wissens**

14 Seiten

**Zusammenfassung:** Bei der Entwicklung neuerer intelligenter Benutzerschnittstellen, die wie im Beispiel des multimodalen Präsentationssystems WIP natürliche Sprache und Graphik kombinieren, spielt insbesondere die wissensbasierte Gestaltung des Layouts multimodaler Dokumente eine wichtige Rolle. Am Beispiel des Layout-Managers in WIP soll gezeigt werden, wie aufgrund der von einem Präsentationsplaner spezifizierten semantischen und pragmatischen Relationen, die von den media-spezifischen Generatoren erzeugten Graphik- und Textfragmente in einem Dokument automatisch arrangiert werden können. Dabei wird das Layoutproblem als Constraint-Satisfaction-Problem behandelt. Es wird hier gezeigt, wie der Constraint-Ansatz sowohl zur Repräsentation von graphischem Wissen, als auch zur Berechnung der Platzierung der Layoutobjekte auf einem Design-Grid verwendet werden kann. So werden semantische Kohärenzrelationen wie etwa *'sequencee'* oder *'contrast'* durch entsprechende Design-Constraints reflektiert, die perzeptuelle Kriterien (Alignierung, Gruppierung, Symmetrie, etc.) spezifizieren. Zur Realisierung wird in WIP ein mehrschichtiger inkrementeller Constraint-Solver mit lokaler Propagierung verwendet, der es erlaubt, Constraints dynamisch zu generieren.

---

**DFKI Technical Memos****TM-91-01***Jana Köhler***Approaches to the Reuse of Plan Schemata in Planning Formalisms**

52 pages

**Abstract:** Planning in complex domains is normally a resource and time consuming process when it is purely based on first principles. Once a plan is generated it represents problem solving knowledge. It implicitly describes knowledge used by the planning system to achieve a given goal state from a particular initial state. In classical planning systems, this knowledge is often lost after the plan has been successfully executed. If such a planner has to solve the same problem again, it will spend the same planning effort to solve it and is not capable of "learning" from its "experience."

Therefore it seems to be useful to save generated plans for a later reuse and thus, extending the problem solving knowledge possessed by the planner. The planning knowledge can now be applied to find out whether a problem can be solved by adapting an already existing plan.

The aim of this paper is to analyze the problem of plan reuse and to describe the state of the art based on a variety of approaches which might contribute to a solution of the problem. It describes the main problems and results that could be of some relevance for the integration of plan reuse into a deductive planning formalism.

As a result, this description of the state of the art leads to a deeper insight into the complex problem of plan reuse, but also shows that the problem itself is still far from being solved.

**TM-91-02**

*Knut Hinkelmann*

## Bidirectional Reasoning of Horn Clause Programs: Transformation and Compilation

20 pages

**Abstract:** A compilative approach for forward reasoning of horn rules in Prolog is presented. Pure horn rules - given as Prolog clauses - are to be used for forward and backward reasoning. These rules are translated into Prolog clauses, denoting one forward reasoning step. Forward chaining is triggered by an initial fact, from which the consequences are derived. Premises of forward rules are verified by Prolog's backward proof procedure using the original clauses. Thus, without any changes to the Prolog interpreter integrated bidirectional reasoning of the original horn rules is possible. Breadth-first and depth-first reasoning strategies with enumeration and collection of conclusions are implemented. In order to translate forward reasoning into Prolog



22 pages

**Abstract:** An overview on aspects about cooperating agents is presented. As multiagent systems are various, we start with a classification of multiagent systems which is particularly influenced by an article from Decker, Durfee, and Lesser [Decker& 89]. In the following, the aspects of communication, planning, and negotiation are examined. On the occasion of communication, the discussion is split into: no communication - simple protocols - artificial languages. The planning aspect is broken into sections: from classical to multiagent planning - a general multiagent planning theory - intention - intention-directed multiagent planning. Finally, a summary of Brigitte and Hassan Lâasri and Victor Lesser's negotiation theory will be presented.

**TM-91-08***Munindar P. Singh***Social and Psychological Commitments in Multiagent Systems**

11 pages

**Abstract:** Commitment is a central concept in Artificial Intelligence (AI). At least two kinds of commitments can be identified that have been used in AI--the internal or *psychological* and the external or *social*. While the former has been explicit in AI theory, the latter has often been ignored (though it is given more importance in other disciplines, and indeed even in AI practice). The many roles of social commitment in AI are discussed within. It is argued that while social and psychological commitments are related, they must not be conflated with each other. In particular, thinking directly in terms of social commitments helps us avoid the infelicities of traditional theories of group action and intention.

**TM-91-09***Munindar P. Singh***On the Semantics of Protocols Among Distributed Intelligent Agents**

18 pages

**Abstract:** The continuing expansion of distributed intelligent systems makes new demands on theories of communication in Computer Science. It is customary to describe the individual nodes or agents in an intelligent system in terms of higher-level concepts such as intentions, know-how and beliefs. However, current theories of the communication among such agents provide no form of a formal or rigorous semantics for the messages exchanged at a corresponding level of abstraction--they either concern themselves with implementational details or address what is, for artificial systems, an irrelevant aspect of the problem. A recent theory of communication that gives the objective model-theoretic semantics for speech acts is applied to this problem. This allows important properties of protocols to be formalized abstractly, i.e., at the level of the application, not the implementation. Further constraints on "good" designs can also be stated, which simplify the requirements imposed on the member agents. The resulting theory not only provides some insights into designing distributed intelligent systems, but also helps in their validation. As an example, it is applied to a logical reconstruction of the classical Contract Net protocol.

**TM-91-10***Béla Buschauer, Peter Poller, Anne Schauder, Karin Harbusch***Tree Adjoining Grammars mit Unifikation**

149 pages

**Abstract:** Tree Adjoining Grammars (TAGs) - as used in the parsing algorithm of Harbusch - can be improved with respect to compactness and transparency for the task of grammar design. We have combined the two formalisms Tree Adjoining Grammar and Unification in order to benefit from their respective advantages. Our approach is contrasted with the approach of Vijay-Shanker.

**TM-91-11***Peter Wazinski***Generating Spatial Descriptions for Cross-modal References**

21 pages

**Abstract:** We present a localisation component that supports the generation of cross-modal deictic expressions in the knowledge-based presentation system WIP. We deal with relative localisations (e.g., "The object to the left of object X."), absolute localisations (e.g., "The object in the upper left part of the picture.") and corner

localisations (e.g., "The object in the lower right corner of the picture"). In addition, we distinguish two localisation granularities, one less detailed (e.g., "the object to the left of object X.") and one more detailed (e.g., "the object above and to the left of object X."). We consider corner localisations to be similar to absolute localisations and in turn absolute localisations to be specialisations of relative localisations. This allows us to compute all three localisation types with one generic localisation procedure. As elementary localisations are derived from previously computed composite localisations, we can cope with both localisation granularities in a computationally efficient way. Based on these primary localisation procedures, we discuss how objects can be localised among several other objects. Finally we introduce some localisation procedures for corner localisations.

TM-91-12

*Klaus Becker, Christoph Klauck, Johannes Schwagereit*

FEAT-PATR:

Eine Erweiterung des D-PATR zur Feature-Erkennung in CAD/CAM

33 Seiten

**Abstract:** This paper describes an approach for representing and forming natural categories. We will first show classical concept formation to be inadequate and discuss experimental results of cognitive science which led to the development of prototype theory. The basic idea is to represent concepts by their most typical members instead of giving a precise definition. The core of prototype theory, as validated results, points out only properties of human concept formation, but does not imply a concrete model. Thus, we will introduce our approach to prototypical concept formation and discuss its implementation.

---

## DFKI Documents

**D-91-01**

*Werner Stein, Michael Sintek*

### Relfun/X - An Experimental Prolog Implementation of Relfun

48 pages

**Abstract:** Relfun/X is an experimental implementation of Relfun, a relational and functional language developed by Harold Boley at Kaiserslautern University. It is totally implemented in Prolog; additionally, the Relfun/X programs are compiled into Prolog programs (i.e. "consulted" analogously to the ordinary consulting scheme of Prolog). While Relfun/X does not provide all the features of the Lisp-based Relfun implementation, it is the first running version supporting Relfun's multi-footed clauses.

**D-91-02**

*Jörg P. Müller*

### Design and Implementation of a Finite Domain Constraint Logic Programming System based on PROLOG with Coroutinging

127 pages

**Abstract:** Many problems in Artificial Intelligence can be regarded as constraint solving problems (CSPs). Due to its relational, declarative and nondeterministic form, logic programming offers a convenient way for *stating* CSPs. Unfortunately, logic programming languages such as e. g. PROLOG tend to be inefficient for *solving* CSPs because of their poor control facilities. One current way of remedying this is the Constraint Logic Programming approach: By integrating a domain concept for logic variables, and consistency techniques such as forward checking or looking-ahead into PROLOG, the search space can be restricted in an *a priori* manner. Thus, more efficient control strategies can be realized, increasing the speed of PROLOG.

**D-91-06***Gerd Kamp***Entwurf, vergleichende Bewertung und Integration eines  
Arbeitsplanerstellungssystems für Drehteile**

130 Seiten

**Zusammenfassung:** In letzter Zeit werden verstärkt Anstrengungen zur Automatisierung der Arbeitsplanung unternommen. Insbesondere sollen wissensbasierte Methoden helfen, bisher offene Probleme zu lösen. So entstanden eine Reihe von Prototypen zur Arbeitsplanerstellung, über die in zahlreichen Veröffentlichungen berichtet wurde.

Nach einer Einführung in die Begriffswelt und Problematik der Arbeitsplanerstellung werden im ersten Teil dieser Arbeit eine Anzahl dieser Systeme untersucht und verglichen. Daraus werden Anforderungen abgeleitet, die ein System zur Arbeitsplanerstellung erfüllen sollen, aber teilweise noch nicht vorhanden sind.

Im zweiten Teil wird das Konzept eines Systems entwickelt, das versucht diesen Anforderungen gerecht zu werden. Eine Anforderung ist die Möglichkeit des Anschlusses externer Programme (wie z.B. CAD-Systemen und Datenbanken) an das Arbeitsplanungssystem.

Die Entwicklung und Implementierung einer Client-Server Architektur zur Verwirklichung dieser Schnittstelle zu externen Programmen ist Inhalt des dritten Teiles der Arbeit.

**D-91-07***Ansgar Bernardi, Christoph Klauck, Ralf Legleitner***TEC-REP: Repräsentation von Geometrie- und Technologieinformationen**

70 Seiten

**Zusammenfassung:** Im Projektteil R von ARC-TEC ist unter anderem das Integrierte Wissensbasierte Produktmodell (IWP) zu erstellen. Mit Hilfe der unter diesem Begriff zusammengefaßten Formalismen soll es möglich sein, ein Werkstück so vollständig zu beschreiben, daß auf dieser Basis die im Rahmen des Gesamtprojekts auftretenden Aufgaben (Konfiguration, Arbeitsplanung, Qualitätssicherung) gelöst werden können. Das IWP umfaßt neben Elementen zur Beschreibung des Fertigungsumfeldes (Werkzeugmaschinen, Werkzeuge, Spannmittel usw.) und der speziellen Elemente der Aufgabe (etwa Arbeitspläne ...) eine vollständige Repräsentation des Werkstücks. Hierzu werden Geometrie, Funktionselemente, technologische Information, Bemaßung, arbeitstechnische Bereiche ("Features"), aber auch der intendierte Einsatz und die Historie des Produkts usw. abgebildet. Der in diesem Dokument vorgestellte Entwurf TEC-REP befaßt sich ausschließlich mit der Repräsentation des Werkstücks und beschreibt einen Formalismus zur Repräsentation der Geometrie eines Werkstücks, der um Elemente zur Darstellung von Funktionselementen, technologischen Informationen usw. erweitert wurde.

Dieses Dokument ist eine verbesserte und erweiterte Auflage des Dokumentes D-90-05.

**Abstract:** A goal of ARC-TEC part R is the development of the integrated knowledge-based product model (Integriertes Wissensbasiertes Produktmodell IWP). The formalisms summarized under this name shall facilitate a complete representation of product information to serve as a base for the solution of all ARC-TEC tasks (configuration, work plans, quality assurance). The IWP includes descriptions of the shop floor (machine tools, tools ...), the application-specific representation tasks (e. g. work plans), and a complete representation of the work piece. The latter describes the geometry, functional elements, technological information, measurements, and features of a work piece together with its history and intended use.

This document shows the geometry representation formalism TEC-REP which has been augmented by constructs for the description of functional elements, technological information, measurements and so on as part of the final work piece representation.

This document is a corrected and extended version of the document D-90-05.

**D-91-08***Thomas Krause***Globale Datenflußanalyse und horizontale Compilation der relational-funktionalen Sprache RELFUN**

137 Seiten

**Abstract:** The compilation of the relational-functional language RELFUN is enhanced by source-level (horizontal) preprocessing. A horizontal compiler transforms the language into a normal-form kernel. This includes right-hand-side propagation, static unification, sharing, pre-evaluation, and reordering. The transformations are specified as a collection of term-rewriting systems plus a control algorithm. Building on the PROLOG mode interpreter of Saumya K. Debray, a global mode or data-flow analyzer for RELFUN call patterns is developed. All compiler enhancements described are running in LISP.

**D-91-09**

*David Powers, Lary Reeker (Eds.)*

### Proceedings MLNLO'91 - Machine Learning of Natural Language and Ontology

211 pages

**Abstract:** This document contains 40 workingpapers presented at the AAAI Spring Symposium on Machine Learning of Natural Language and Ontology, March 26-28, 1991, Stanford University.

**Note:** This document is available only for a nominal charge of 25 DM (or 15 US-\$).

**D-91-10**

*Donald R. Steiner, Jürgen Müller (Eds.)*

### MAAMAW'91: Pre-Proceedings of the 3rd European Workshop on "Modeling Autonomous Agents and Multi-Agent Worlds"

---

**Note:** This document is available only for a nominal charge of 25 DM (or 15 US-\$).

**D-91-11**

*Thilo C. Horstmann*

### Distributed Truth Maintenance

61 pages

**Abstract:** Distributed AI systems are intended to fill the gap between classical AI and distributed computer science. Such networks of different problem solvers are required for naturally distributed problems, and for tasks which exhaust the recourse of an individual node. To guarantee a certain degree of consistency in a distributed AI system, it is necessary to inspect the beliefs of both single nodes and the whole net. This task is performed by Distributed Truth Maintenance Systems. Based on classical TMS theories, distributed truth maintenance extends the conventional case to incorporate reason maintenance in DAI scenarios.

**D-91-12**

*Bernd Bachmann*

### HieraCon - a Knowledge Representation System with Typed Hierarchies and Constraints

75 pages

**Abstract:** Universal constraint processing algorithms over finite domains lacks the ability to exploit possible internal structures of these domains. This report reveals how typed hierarchies can be used not only to support specialized local propagation algorithms but also to provide heuristics for constraint relaxation. In order to prove

**D-91-14***Erich Achilles, Bernhard Hollunder, Armin Laux, Jörg-Peter Mohren****KRIS* : Knowledge Representation and Inference System****- Benutzerhandbuch -**

28 Seiten

**Zusammenfassung:** Dieses Dokument gibt eine Einführung in das Arbeiten mit dem *KRIS*-System. *KRIS* ist ein Wissensrepräsentationssystem der KL-ONE Familie, welches in der Projektgruppe WINO am DFKI entwickelt und implementiert worden ist. *KRIS* stellt dem Benutzer eine mächtige Konzeptsprache für die Definition von Terminologien zur Verfügung; die assertionale Sprache ist vergleichbar mit denen anderer KL-ONE Systeme. Im Unterschied zu allen anderen KL-ONE Systemen sind die typischen Inferenzen wie z.B. Subsumtion, Konsistenztest etc. durch korrekte und *vollständige* Algorithmen realisiert.

**D-91-15***Harold Boley, Philipp Hanschke, Martin Harm, Knut Hinkelmann, Thomas Labisch, Manfred Meyer, Jörg Müller, Thomas Oltzen, Michael Sintek, Werner Stein, Frank Steinle* **$\mu$ CAD2NC: A Declarative Lathe-Workplanning Model Transforming CAD-like Geometries into Abstract NC Programs**

100 pages

**Abstract:**  $\mu$ CAD2NC is a knowledge-based system generating workplans for idealized lathe CNC machines. It transforms CAD-like geometries of rotational-symmetric workpieces into abstract NC programs, using declarative term representations for all processing steps. The system has been developed using COLAB, a hybrid-knowledge compilation laboratory which integrates the power of forward and backward reasoning (incl. functional programming), constraint propagation, and taxonomic classification. The focus of this work is on exemplifying techniques of the hybrid, declarative COLAB formalisms for the central subtasks of CAD-to-NC transformations.

**D-91-16***Jörg Thoben, Franz Schmalhofer, Thomas Reinartz**Wiederholung von D-91-15*

**Zusammenfassung:** In dieser Arbeit werden Planungsverfahren der Künstlichen Intelligenz auf ihre Anwendbarkeit im Gebiet des Computer Aided Process Planning CAPP untersucht. Nach einem Überblick über das komplexe Gebiet der KI-basierten Arbeitsplanung werden die vorgestellten Verfahren vor dem Hintergrund des CAPP ausführlich bewertet. Schließlich wird die Implementierung eines Skelettplan-basierten Verfahrens vorgestellt, das als Teil des Prototyps PIM im Rahmen des ARC-TEC Projekts entwickelt wurde.

**Abstract:** In this document, AI-based planning mechanisms are investigated with respect to their usability in the domain of Computer Aided Process Planning CAPP. An overview of the complex area of AI-based process planning is provided and the described mechanisms are evaluated. Finally the implementation of a skeletal-plan based system is presented which was developed as part of the prototype PIM of the ARC-TEC project.

**D-91-18**

*Thomas Reinartz*

## Definition von Problemklassen im Maschinenbau als eine Begriffsbildungsaufgabe

107 Seiten

**Zusammenfassung:** Experten bilden, zum Beispiel im Bereich des Maschinenbaus, zu einer Menge von Problemstellungen ihrer Domäne Problemklassen. Die Erstellung solcher Problemklassen kann als Aufgabe der menschlichen Begriffsbildung angesehen werden. Gemeinsam mit den Begriffen der Problemklassen werden allgemeine Lösungsstrategien, die auf theoretischem Wissen der Domäne basieren, entwickelt und mit dem zugehörigen Begriff assoziiert, so daß die Begriffe die Lösung neuer Problemstellungen leiten. Eine Aufgabe der Wissensakquisition besteht bei der Entwicklung eines Expertensystems in der Erhebung dieser Begriffe. Dazu betrachtet man Ergebnisse der allgemeinen menschlichen Begriffsbildung aus der Kognition und versucht diese auf den Bereich des Maschinenbaus zu übertragen. Ausgehend von diesen Ergebnissen kann eine Wissensakquisitionsmethode zur Erhebung der Begriffe entwickelt werden. Die Erhebung dient nicht nur der Aufzeichnung der Begriffe, sondern einer Strukturierung und einer aufbereiteten Repräsentation. Die aufbereitete Repräsentation kann durch eine schrittweise Formalisierung in eine formale Wissensbasis übersetzt werden, die ein Expertensystem automatisch verwenden kann. Das im Akquisitionsteil des ARC-TEC-Projektes entwickelte Erhebungsverfahren CECoS wird im Zusammenhang mit der Begriffsbildungsaufgabe der Problemklassen diskutiert und erweitert. Eine Beispielanwendung ausgehend von 60 typischen Fertigungsproblemen bis hin zu Implementierungsversuchen der formalen Repräsentation der Problemklassen in einem taxonomischen Wissensrepräsentationssystem soll die Methoden der integrierten Wissensakquisition überprüfen und beurteilen.

**D-91-19**

*Peter Wazinski*

## Objektlokalisierung in graphischen Darstellungen

110 Seiten

**Zusammenfassung:** Es wird eine Lokalisationskomponente für das wissensbasierte Präsentationssystem WIP vorgestellt. Die behandelten Lokalisationsphänomene umfassen relative Lokalisationen (z.B. "Das Objekt links von Objekt X."), absolute Lokalisationen (z.B. "Das Objekt links oben im Bild.") und 'Ecke'-Lokalisationen (z.B. "Das Objekt in der linken oberen Ecke des Bildes."). Desweiteren wird zwischen zwei Lokalisationsgranularitäten unterschieden: zwischen zusammengesetzten Lokalisationen (z.B. "Das Objekt links oben im Bild.") und elementaren Lokalisationen (z.B. "Das Objekt links oben im Bild.").







