

# EINIGE ERWEITERUNGEN DES NATÜRLICHSPRACHLICHEN AI-SYSTEMS HAM-RPM

Ein Bericht von Wolfgang Wahlster und Walther v. Hahn

An anderer Stelle (Lit. 8) haben wir die linguistischen, die kommunikations- und die repräsentationstheoretischen Ansätze des Hamburger Redepartnermodells dargestellt und einige Daten- und Kontrollstrukturen des Systems beschrieben. Der vorliegende Bericht gibt einen knappen Überblick zur Systemarchitektur, informiert über die Erweiterungen seit Oktober 1975 und diskutiert dabei entstandene Probleme.

Durch die Erweiterungen der Repräsentationsstrukturen und der auf ihnen operierenden Algorithmen wurde eine erhebliche Verbesserung der Simulation erreicht.

Daten zur Implementation:

Programmiersprache: LISP 1.6.II mit UCI-Pattern Matcher (Lit. 27)

Rechenanlage: PDP-10 mit Prozessor KA 10 im Institut für Informatik Hamburg

Betriebssystem: TOPS 10

Umfang des Programms: 200 oft rekursive Prozeduren, 46 kWö, Antwortzeiten: 0.5 sec bei einfachen Entscheidungsfragen, bis 30 sec bei mehrzieligen Fragen (nicht-compilierte Version!)

## 1. Theoretische Grundlagen

### 1.1. HAM-RPM als parametrisierter Interpreter

Fig. 1 beschreibt HAM-RPM in Anlehnung an die übliche Darstellung von Compiler-Compilern.

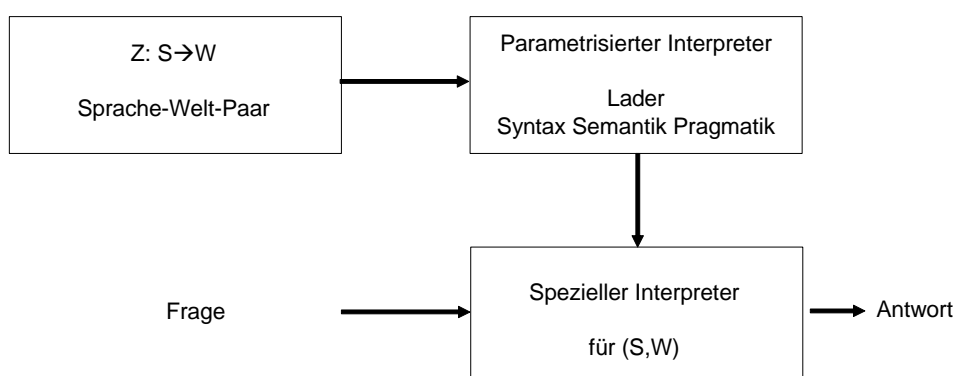


Fig. 1 HAM-RPM als parametrisierter Interpreter

Der Bearbeiter gibt die Beschreibung einer beliebigen Modellwelt (Mikro- oder Makrowelt) und die Grammatik einer beliebigen Modellsprache, in der er seine Fragen über die in der jeweiligen Modellwelt möglichen Sachverhalte ausdrücken möchte, in der Form eines Sprache-Welt-Paares (vgl. 1.3.) in die Datenbasis ein. Das System stellt dann einen speziellen, nicht optimierten Interpreter für Fragen, welche sich auf die gegebene Modellwelt beziehen, zur Verfügung.

## 1.2. Interpretationsschema

Analog zur Struktur von Interpretationsschemata, wie sie in der Rechnerorganisation verwendet werden, sind in Fig. 2 die bei HAM-RPM befolgten Prinzipien der Interpretationshierarchie und der Parametrisierung dargestellt.

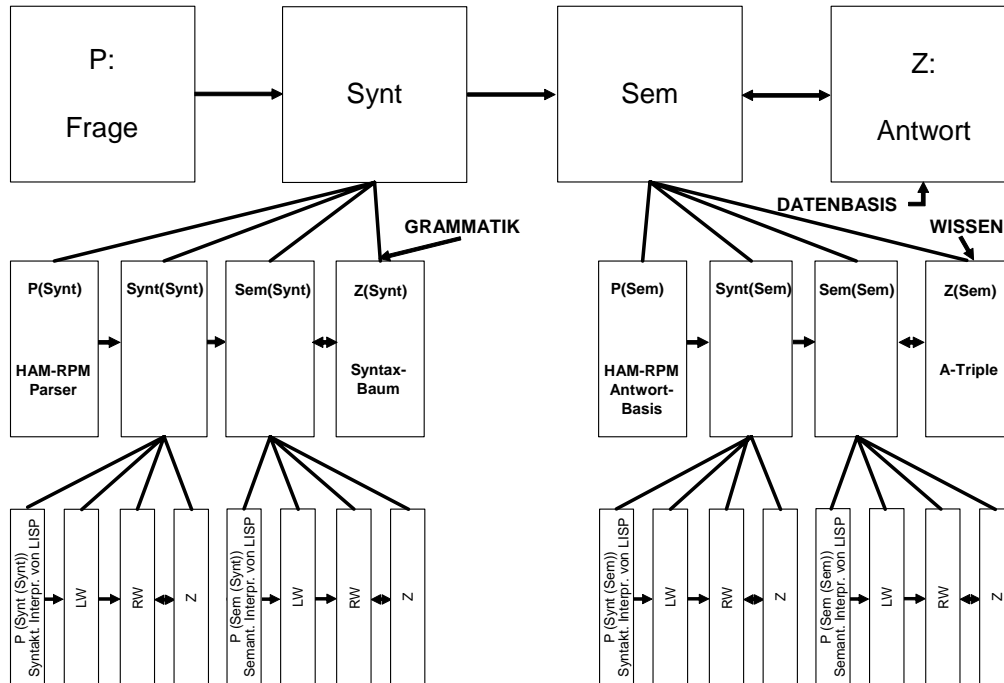


Fig. 2 Interpretationsschema

## 1.3. Modelltheoretisches Verfahren

Der Bearbeiter kann sich bei der Modellierung eines bestimmten Weltausschnitts verschiedener modelltheoretischer Verfahren bedienen (vgl. Lit. 6). Nach einer Common-Sense-Strukturierung eines bestimmten nicht-sprachlichen Bezugssystems entwirft der Bearbeiter eine Zuordnungsfunktion:

$$Z: S \rightarrow W \text{ mit}$$

$$S := \{s_1, s_2, \dots, s_m\} \quad \text{einer endlichen (oder unendlichen) Menge von sprachlichen Zeichen (Modellsprache)}$$

$$W := \{w_1, w_2, \dots, w_n\} \quad \text{einer endlichen Menge von ontologischen Objekten (Modellwelt).}$$

Ausgehend von einer bestimmten möglichen Welt  $W$  (Miniwelt), in der alle Sachverhalte miteinander verträglich sind, erweitert der Bearbeiter die Datenbasis so, daß eine Sequenz von Sprache-Welt-Paaren entsteht, die nach steigender Komplexität geordnet ist. Das letzte Glied der Kette kann dann ein Modell des gewünschten Weltausschnittes sein:

$$Z_1 := \{Z_{11}, \dots, Z_{1k}\} \quad \forall_{i, j} \quad Z_{1i} \subset Z_{1j} \\ i < j \leq k$$

$$\{Z_{11} \subset \dots \subset Z_{1k}\}$$

Miniwelt                      Teilwelt

Durch die Trennung von sprachlichem Wissen und Faktenwissen (vgl. Lit. 13) wird es dem Bearbeiter ermöglicht, bei konstanter Sprache mit zu  $W_i$  alternativen Modellwelten zu experimentieren, in denen die gleichen Axiome wie in  $W_1$  gültig sind, aber eine andere Distribution der Prädikationen vorliegt:

$$Z_{1i} : S_{1i} \rightarrow \times_{j \geq 1} W_{1i}^j$$

Zu einer bestimmten Modellwelt können umgekehrt verschiedene Modellsprachen, in Analogie zu den verschiedenen realisierten natürlichen Sprachen, entworfen werden:

$$Z_{1i} : \times_{j \geq 1} S_{1i}^j \rightarrow w_{1i}$$

Schließlich kann als Ausgangspunkt eine von  $W_{11}$  verschiedene mögliche Welt angenommen und eine neue Sequenz mit anderen Sprache-Welt-Paaren getestet werden:

$$Z_2 := \{Z_{21} \subset \dots \subset Z_{2k}\}$$

## 2. Kurzdarstellung des Systems

Der folgende Abschnitt stellt eine verkürzte und überarbeitete Fassung von (Lit. 8) dar. Hier sollen aber nur die wesentlichen Graphiken mit Kommentar wiedergegeben werden.

### 2.1. Kommunikationssituation

Die Empfängerseite im Kommunikationsmodell Fig. 3 zeigt, abhängig von der Interpunktion der Eingabeoberfläche, drei Arbeitszustände.

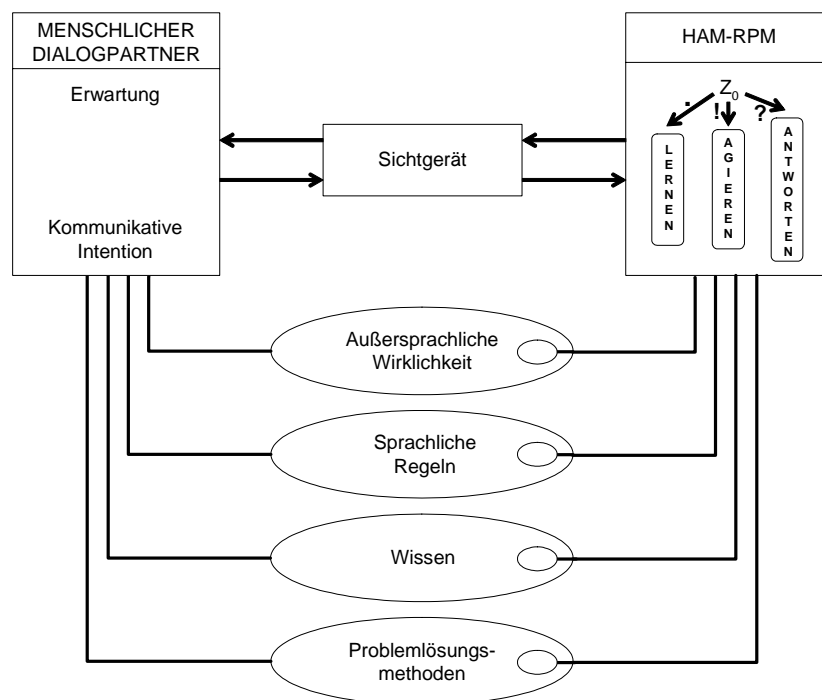


Fig. 3 Kommunikationsmodell

Der Bericht befaßt sich im folgenden nur mit dem Zustand 'Antworten'. Die räumliche Situation für alle folgenden Beispiele sei, falls nicht ausdrücklich vermerkt, wie in Fig. 4 festgelegt.

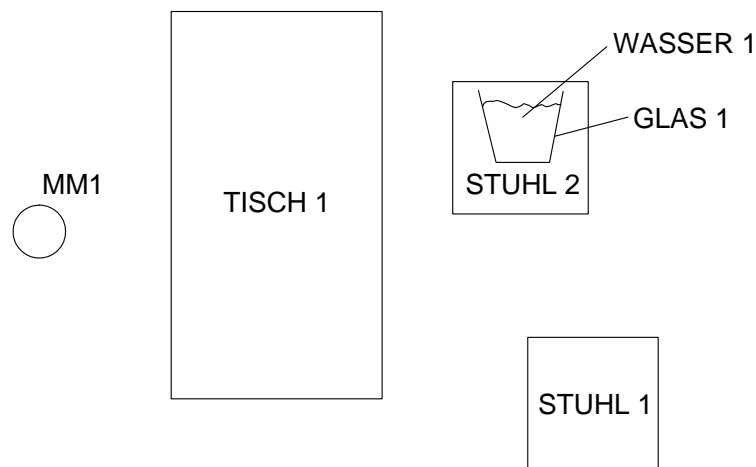


Fig. 4 Räumliche Situation

1.  
(STEH- D- BRAUN- FEST- KAPUTT- TISCH AUF D- BODEN ?)  
(ES GIBT KEIN- BRAUN UND KAPUTT TISCH)
2.  
(WAS IST IN D- WEISS- HEIL- SCHRANK ?)  
(NICHTS)
3.  
(KOENN- DU E- GLAS NICHT AUF E- TISCH STELL- ?)  
(DOCH)
4.  
(WELCH- MOEBEL SIND FEST ?)  
(JED- MOEBEL IST FEST)
5.  
(KOENN- DU D- GLAS TRINK- ?)  
(NEIN)
6.  
(WARUM ?)  
(D- GLAS IST NICHT FLUESSIG!)
7.  
(SEH- DU E- FLUESSIG- TISCH ?)  
(E- TISCH IST NIE FLUESSIG)
8.  
(IST D- GEGENSTAND KAPUTT ?)  
(WELCH- GEGENSTAND ?) (D- STUHL)  
(WELCH- STUHL ?) (D- ROT STUHL)  
(NEIN)
9.  
(WELCH- STUHL IST KAPUTT ?)  
(D- WEISS STUHL)
10.  
(WELCH- FARBE HAB- D- HEIL- STUHL ?)  
(ROT)

Fig. 5 Performanzbeispiele in Kurzform

Das in den Performanzbeispielen Fig. 5 beobachtbare Verhalten des Modells kann systemtheoretisch wie in Fig. 6 beschrieben werden. Flexionsendungen werden bei der Verarbeitung nicht berücksichtigt. Derzeit beabsichtigen wir nicht, die von uns entwickelten Algorithmen HAM1 (Lit. 9) und HAM2 (Lit. 10) in HAM-RPM einzusetzen.

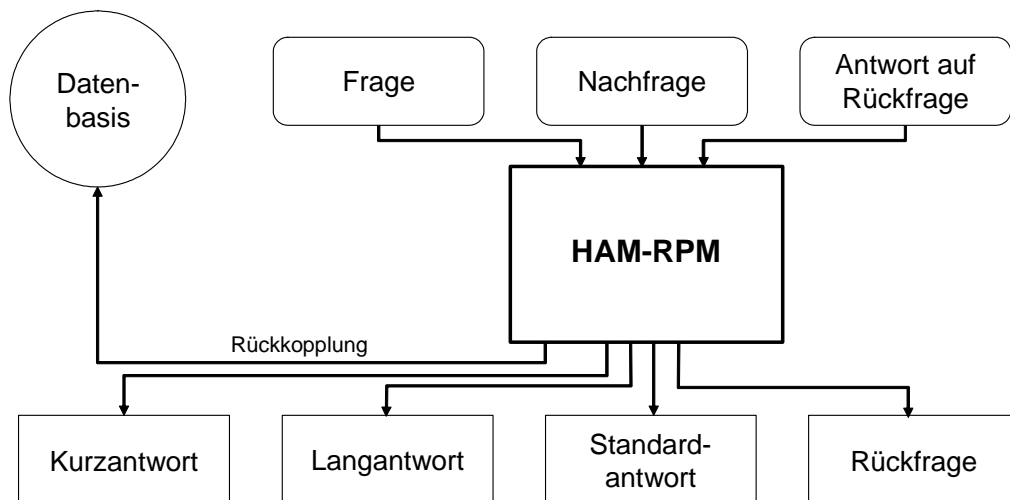


Fig. 6 HAM-RPM als rückgekoppeltes dynamisches System

## 2.2. Datenbasis

Die Datenbasis ist so angelegt, daß es einem gelegentlichen Benutzer möglich ist, mit dem System in einen natürlichsprachlichen Frage-Antwort-Dialog einzutreten und ein 'naiver' Bearbeiter ein einfaches Updating der Datenbasis und einen kumulativen Aufbau seiner Makrowelt durchführen kann. Das in der Datenbasis in deklarativer und prozeduraler Form eingebettete Wissen (Fig. 7) kann mit Hilfe eines Texteditors manipuliert werden.

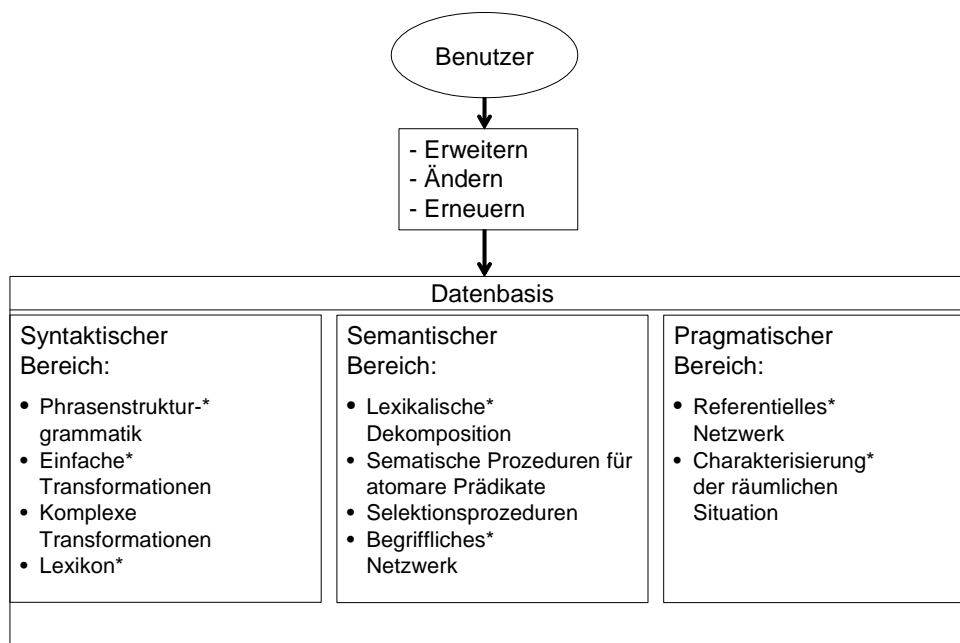


Fig. 7 Datenbasis

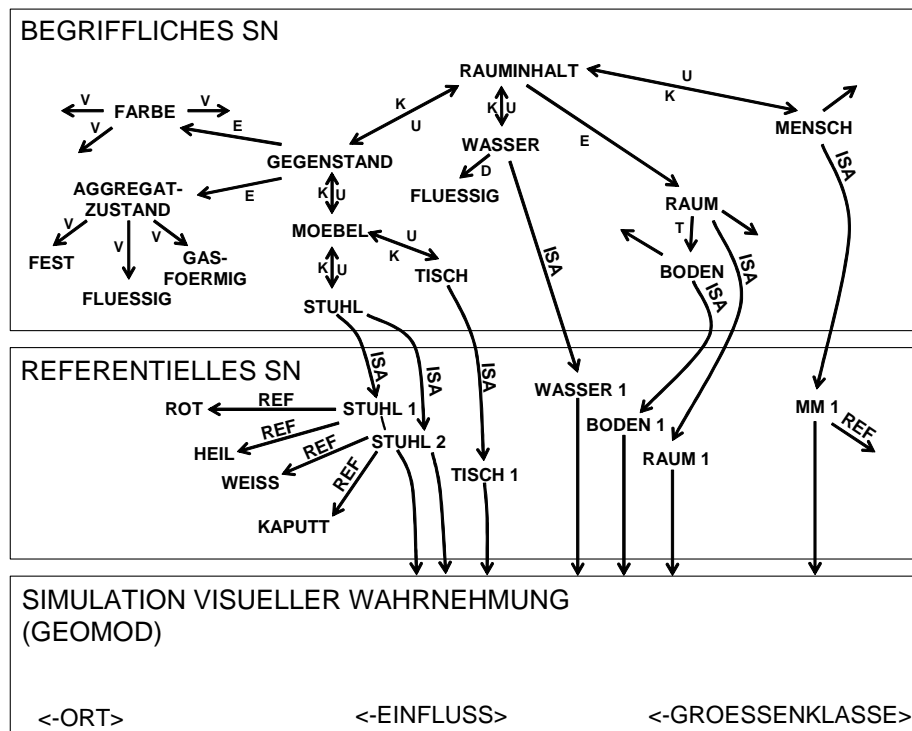
Für jeden der in Fig. 7 angegebenen Bereiche werden dem Bearbeiter verschiedene abstrakte Speicher angeboten, in denen er z.T. in kanonischer Weise (mit \* markiert) beliebiges Wissen repräsentieren kann.

Die so gewonnene hohe Flexibilität und Adaptibilität des Systems dient folgenden Einsatzmöglichkeiten:

- als Forschungsinstrument in AI und Linguistik
- als Demonstrations- und Übungsprogramm im Hochschulunterricht für Linguisten und Informatiker
- als Frage-Antwort-System.

### 2.3. Netzwerke

Zur Struktur der einzelnen Komponenten der Datenbasis vgl. Lit.8. Um aber das Verständnis der folgenden Erweiterungen auch ohne Bezug auf Lit. 8 zu ermöglichen, werden die im semantischen und pragmatischen Bereich benutzten Netzstrukturen kurz erläutert. Die aufeinander bezogenen, tiefenorientierten semantischen Netze in Fig. 8 werden separat aufgebaut, weil je verschiedene Algorithmen auf ihnen arbeiten.



$$\begin{aligned}
 X \xrightarrow{K} Y &:= X \subset Y \\
 X \xrightarrow{U} Y &:= X \supset Y \\
 X \xrightarrow{D} Y &:= \forall x: Y(x) \\
 X \xrightarrow{T} Y &:= Y \text{ ist Teil von } X \\
 X \xrightarrow{ISA} Y &:= Y \in X \\
 X \xrightarrow{REF} Y &:= X \text{ ist aktuell durch } Y(X) \text{ charakterisiert} \\
 X \xrightarrow{E} Y &:= \forall x \in X \exists! Z: Z(x) \text{ mit } Y \text{ als linguistischer Variablen (vgl. Lit. 28)}
 \end{aligned}$$

Fig. 8 Netzwerke und topologisches Teilweltmodell

Neben dem referentiellen Netzwerk stellt die Verbindung jedes tokens mit nicht-natürlichsprachlich codierten Daten, die dem bei wohldefinierten topologischen Problemen angestoßenen Interpreter GEOMOD zugeführt werden, eine weitere referentielle Verankerung dar.

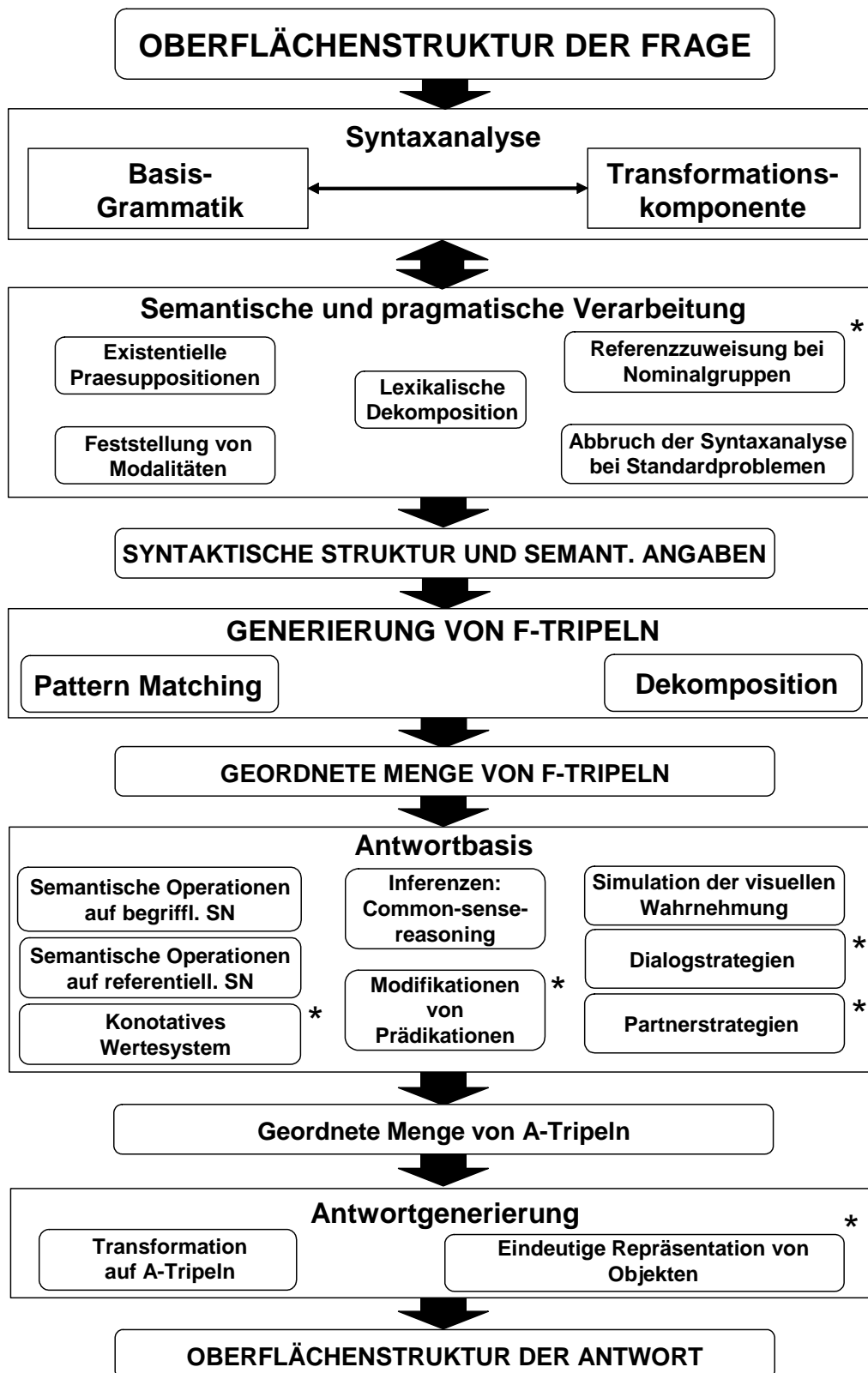


Fig. 9 Verarbeitungsphasen

## 2.4. Verarbeitungsphasen

Die gegenüber (Lit. 8) erweiterte Darstellung der Verarbeitungsphasen in Fig. 9 zeigt den modularen Aufbau des Systems und das Zusammenspiel von Operationen, welche die Oberflächenstruktur der Frage über verschiedene Zwischencodes in die Tiefenstruktur der Frage (in Form einer geordneten Menge von F-Tripeln) überführen. Auf die durch die Antwortbasis generierte Tiefenstruktur der Antwort (in Form einer geordneten Menge von A-Tripeln) wird dann eine weitere Überföhrungsfunktion angewendet, um die Oberflächenstruktur der Antwort als Ergebnis des Interpretationsprozesses zu gewinnen. Die Schwerpunkte der Weiterentwicklung sind in Fig. 9 durch \* gekennzeichnet.

## 3. Erweiterungen

### 3.1. Referenzsemantik

Durch die stärkere Berücksichtigung von referenzsemantischen Problemen bei der Analyse und Generierung konnte die Performanz von HAM-RPM wesentlich verbessert werden.

Beispiel: Nominalgruppen mit Adjektiven

d- rot- Stuhl	—————>	STUHL1	(Analyse)
sprachl. Repräsentation		ontol. Objekt	
STUHL1	—————>	d- rot- Stuhl	(Generierung)
ontol. Objekt		sprachl. Repräsentation	

**3.1.1.** In Abhängigkeit vom erfolgreichen Match einer durch präterminale Transformationen veränderten Eingabesatzstruktur mit dem Muster

((DET-PATTERN (( T OPTIONAL STAR)(DET.T)((ADJ.T) OPTIONAL STAR)  
(NOM.T)(T OPTIONAL STAR)))

werden Prozeduren zur Referenzzuweisung für die erkannte Nominalgruppe angestoßen und der Parsingprozeß unterbrochen (Fig. 10).

Enthält die Datenbasis u.a. das in Fig. 11 dargestellte Teilnetz, so wird die Frage

(Steh- d- braun- fest- kaputt- Tisch auf d- Boden ?) mit (Es gibt kein- braun- und kaputt-Tisch) beantwortet. Die Verletzung der existentiellen Präsupposition wird also erkannt.

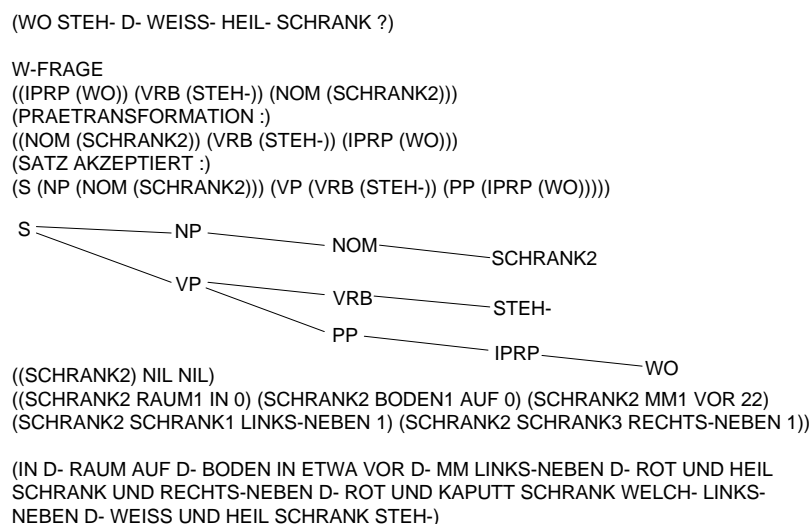


Fig. 10 Beispielsatz in Langform



Da fest auf alle Gegenstände zutrifft und es somit nichts zur eindeutigen Referenzzuweisung beiträgt, wird es in der Antwort nicht mehr erwähnt.

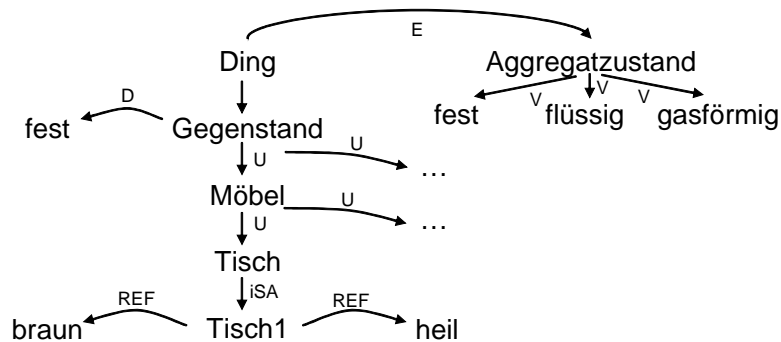


Fig. 11

Ist eine Referenzzuweisung nicht möglich, so erfragt das System so lange weitere Einzelheiten über das zu bestimmende Objekt, bis eine referenzsemantische Disambiguierung im Dialog erfolgt ist. Beispiel:

(Könn- du d- fest- Gegenstand greif- ?)  
(Welch- Gegenstand ?) ...

Durch in der Netzstruktur implizit enthaltene intralexikalische Relationen wie die Komplementarität von fest und flüssig kann HAM-RPM auch auf andere Arten von Präsuppositionsverletzungen z.B. mit einer generalisierenden Antwort reagieren. Beispiel:

(Was steh- neben d- flüssig- Gegenstand ?)  
(E- Gegenstand ist nie flüssig )

An dem in Fig. 12 dargestellten Teilnetz soll das Verhalten des Systems bei Nominalgruppen mit dem unbestimmten Artikel demonstriert werden.

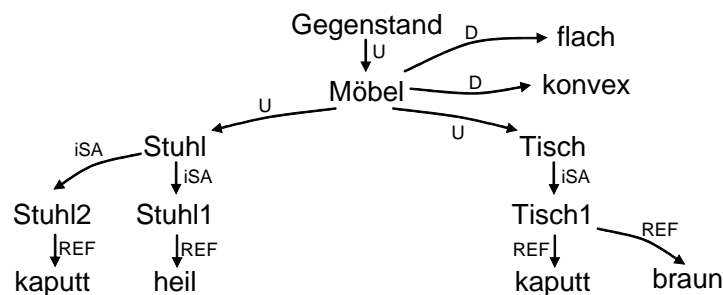


Fig. 12

Die Frage (Ist e- flach- Gegenstand kaputt ?) kann auf drei verschiedene Arten interpretiert und beantwortet werden.

- |  | Antwort |
|--|---------|
| (1) $\exists x: \text{Flach}(x) \wedge \text{Kaputt}(x)$ d.h. irgendeiner<br>$x \in \text{Gegenstände}$  | (Ja)    |
| (2) $\exists! x: \text{Flach}(x) \wedge \text{Kaputt}(x)$ d.h. genau einer<br>$x \in \text{Gegenstände}$ | (Nein)  |
| (3) $\forall x: \text{Flach}(x) \Rightarrow \text{Kaputt}(x)$ d.h. jeder<br>$x \in \text{Gegenstände}$   | (Nein)  |

Bei der vorliegenden Formulierung der Frage präferiert das System die erste Interpretation, weist der Nominalgruppe die Objekte STUHL1, STUHL2 und TISCH1 als Referenz zu, stellt fest, daß kaputt auf STUHL2 und TISCH1 zutrifft und antwortet mit (Ja). Nur bei Doppelfragen wie (Ist e- flach- Gegenstand kaputt oder zwei ?) wäre Interpretation (2) vorzuziehen. Ist die Nominalgruppe nicht weiter durch Attribute spezifiziert wie in (Ist e- Gegenstand fest ?) so wird Interpretation (3) angenommen und mit (Jed- Gegenstand ist fest) geantwortet.

Ein besonderes Problem ergibt sich bei Sätzen mit Modaloperatoren wie (Könn- du e- Glas auf d- rot- Tisch stell- ?). Obwohl in der Modellwelt kein roter Tisch existiert, antwortet das System mit (Ja), da eine alternative Welt, in der Rot(TISCH1) gilt, aus dem begrifflichen Netz abgeleitet werden kann. Liegt keines der oben genannten Probleme vor, so wird für die Nominalgruppe die entsprechende Tokenmenge substituiert und der Parsingprozeß fortgeführt.

**3.1.2.** Auch andere Schwierigkeiten, die sich bei einer eindeutigen sprachlichen Repräsentation von ontologischen Objekten ohne Eigennamen ergeben, löst das System durch Inferenzen auf begrifflichem und referentiellen Netzwerk sowie mengentheoretischen Grundoperationen auf den referentiellen Merkmalbündeln. Falls eine Kohyponymrelation zwischen dem zu repräsentierenden token und einem anderen Knoten des referentiellen Netzwerks besteht, werden durch die Funktion REPRÄSENTIEREN die differenzierenden Charakteristika des tokens bestimmt. Ist das token aufgrund der referentiellen Merkmale nicht eindeutig zu repräsentieren (z.B. SCHRANK3 in Fig. 13), so wird GEOMOD durch ein F-Tripel (im Beispiel: (SCHRANK3 NIL NIL )) aktiviert, da durch die räumliche Position stets Eindeutigkeit herbeigeführt werden kann.

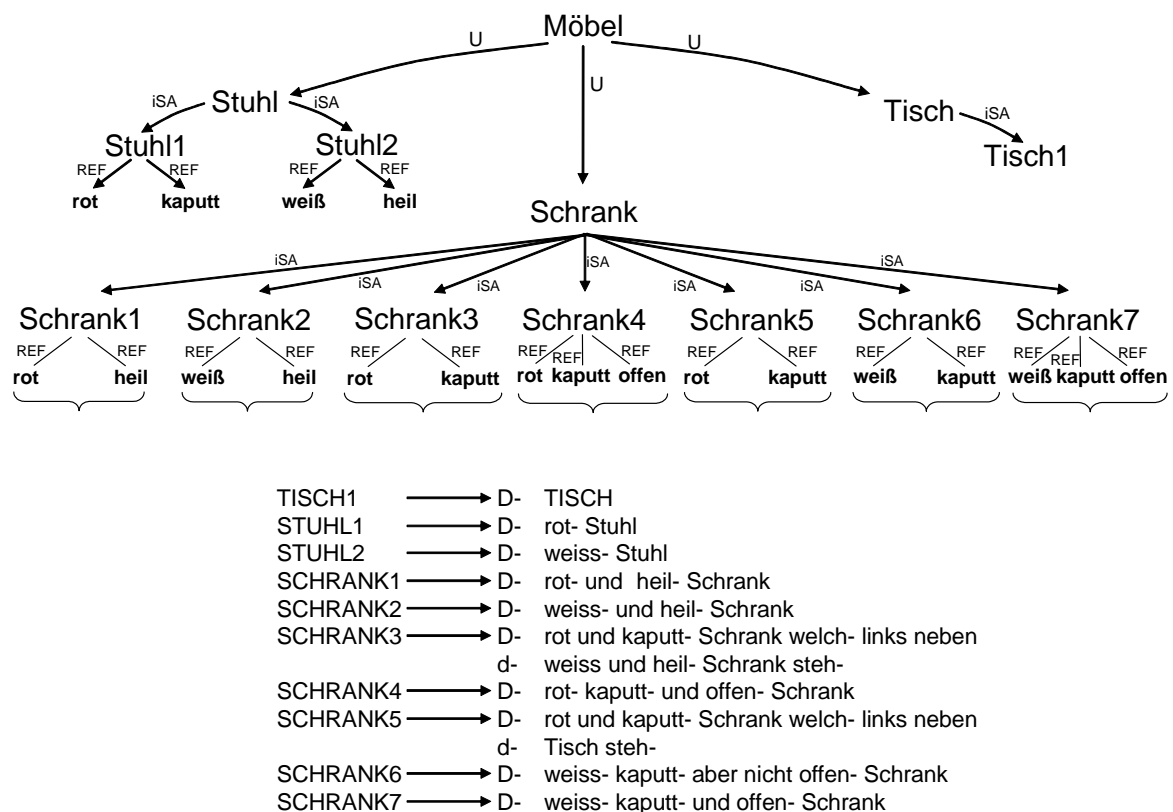


Fig. 13

Es wird dann das Ergebnis der GEOMOD-Verarbeitung in einem Relativsatz formuliert, wobei rekursiv wieder Repräsentationsprobleme auftreten können. Dabei wird nicht nach einer minimalen Charakterisierung im Sinne einer streng logischen Deduktion gesucht, sondern die Oberflächenstruktur der Antwort entspricht dem natürlichen, sequentiellen Entscheidungsprozeß beim Versuch einer eindeutigen Verbausierung.

### 3.2. Dialog- und Partnertaktik

Durch Einführung von Komponenten einer Dialog- und Partnertaktik in der Generierungsphase wurde die 'Kommunikative Kompetenz' von HAM-RPM erweitert. Auf der Analyseseite können die oben erwähnten Reaktionen auf Präsuppositionsverletzungen und die Verarbeitung häufig auftretender Anfragetypen als Beispiel für eine sprachliche Wahrnehmungsstrategie gewertet werden (Fig. 14).

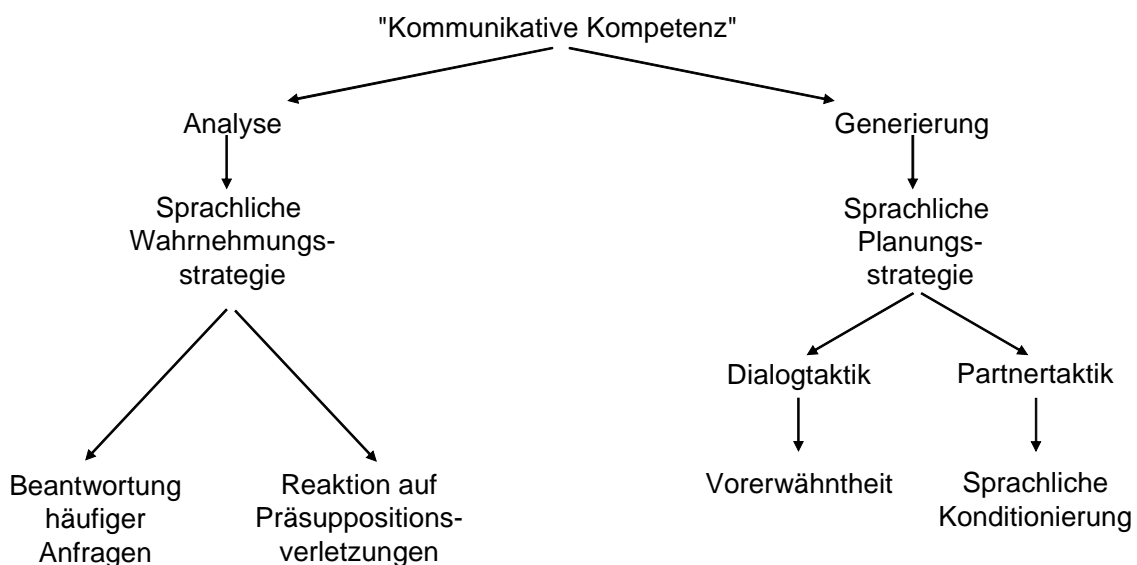


Fig. 14

Das System verfügt über spezielle Lösungsmethoden für häufig auftretende Probleme. So werden z.B. bestimmte Welch-Fragen durch ein Pattern mit mehreren Variablen in der Analysephase schon frühzeitig erkannt und ohne weitere Syntaxanalyse sofort von speziellen und daher effizienten Semantikprozeduren verarbeitet (vgl. Fig. 15).

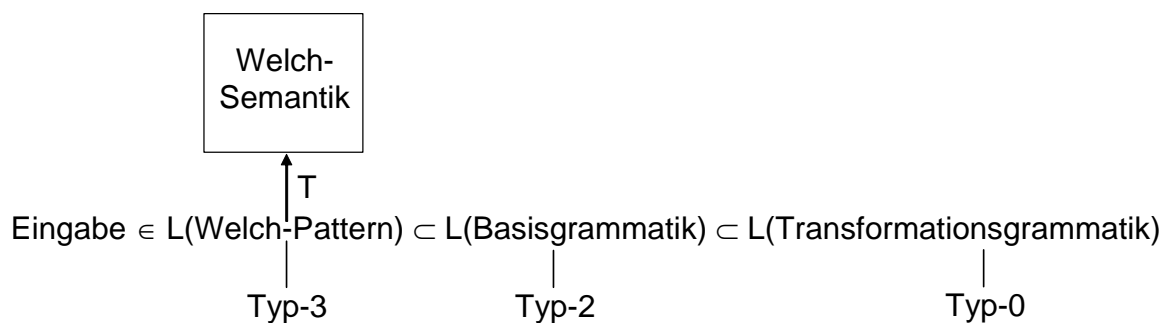


Fig. 15 Welch-Verarbeitung

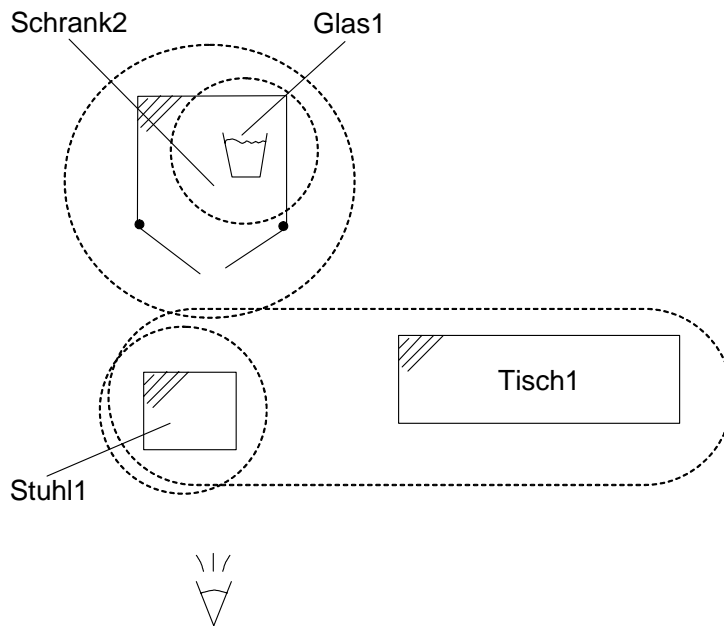


Fig. 16 Situation 1

**3.2.1.** Die kommunikative Adäquatheit einer bestimmten Antwort hängt vom bisherigen Dialogverlauf ab. Wurde z.B. über das Objekt GLAS1 in einer Kommunikationssituation 1 (Fig. 16) noch nicht gesprochen, so ist auf die Frage (Wo steh- d- rot- Stuhl ?) die Antwort (Vor d- Glas) kommunikativ nicht adäquat, obwohl topologisch möglich, weil das Glas zu weit von STUHL1 entfernt steht und wegen seiner geringen Größe kaum 'ins Auge fällt'.

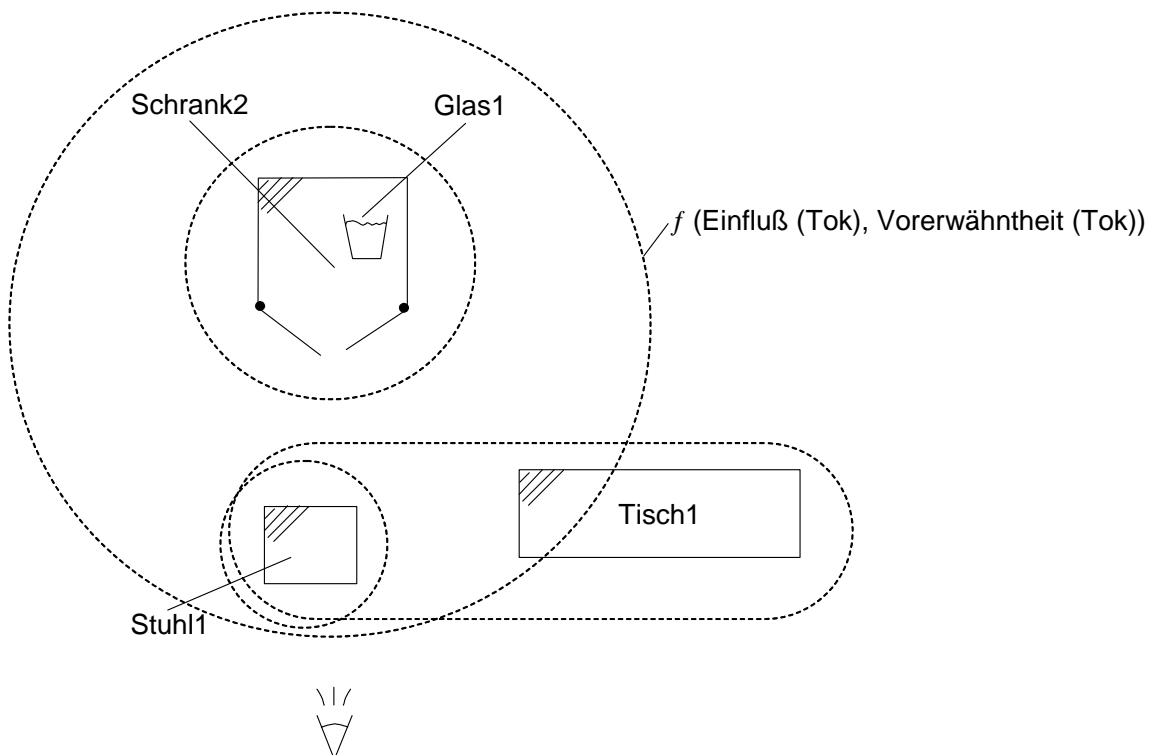


Fig. 17 Situation 2

Ist GLAs1 in einer anderen Kommunikationssituation (Fig. 17) öfter vorerwähnt, so entspricht es den Grundregeln der Dialogtaktik auch GLAS1 als Bezugspunkt zu wählen, da die Aufmerksamkeit sich auf dieses Objekt gerichtet hat. Um dieses Verhalten zu simulieren, führt das System für jedes token eine verdeckte Variable VORERWÄHNTHEIT und errechnet jeweils den Bezugsbereich als Funktion der Vorerwähntheit und der Variablen EINFLUSS, die für jedes Objekt mit einem vom Bearbeiter festgelegten Wert initialisiert ist und als eine Art psychologischer Relevanz interpretiert werden kann.

**3.2.2.** Zu einer Form von Partnertaktik gehört es, daß sich ein Befragter auch auf die vom Fragenden gewünschte Ausführlichkeit der Antworten einstellt. So wird das System auf eine Frage wie in Fig. 18 keine vollständige Antwort geben, sondern bei Gleichrangigkeit der einzelnen Glieder in der Tiefenstruktur der Antwort abhängig von z.B. seinem Belief-system (vgl. Abschnitt 3.4.) ein bestimmtes Teilglied auswählen und in eine Oberflächenstruktur überführen. Metakommunikative Nachfragen wie (Und weiter ?) auf eine solche verkürzte Antwort lösen als Perlokution bei HAM-RPM eine Ausgabe der bisher unterdrückten Teile der A-Tripel aus.

Frage:	(Wo steh- d- rot- und offen- Schrank ?)
A-Tripel:	((SCHRANK1 RAUM1 IN 3) (SCHRANK1 BODEN1 AUF 4) (SCHRANK1 STUHL1 HINTER 5))
Antwort:	(In d- Raum)
Nachfrage:	(Und weiter ?) ∨ (Ist das alles ?) ∨ (Weiter nichts ?) ∨ (Und sonst ?) ...
Antwort:	(Auf d- Boden und hinter d- rot- Stuhl)
Frage:	(Koenn- Du d- Stuhl trink- ?)
Antwort:	(Nein)
Nachfrage:	(Warum ?) ∨ (Wieso ?) ...
Antwort:	(E- Stuhl ist nicht fluessig)
Argumentierende	
Antwort:	(Nein, denn e- Stuhl ist nicht fluessig)

Fig. 18 Beispielsätze zur Partnertaktik

Verlangt der Dialogpartner häufiger ausführliche Antworten, so stellt sich das System auf die Anforderungen ein, indem es weniger Elemente der Tiefenstruktur tilgt. Ein vergleichbares Verhalten kann in Bezug auf die Begründung von Antworten simuliert werden. In Beispiel 18 hinterfragt der Menschliche Dialogpartner (MD) die Antwort und erreicht damit die Ausgabe der verletzten Selektionsrestriktion. Nach mehreren Nachfragen des MD verlangt die Partnertaktik, daß RPM stets argumentierend antwortet.

### 3.3. Vagheit

Neben der Mehrdeutigkeit, die in den meisten AI-Systemen berücksichtigt wird, ist die Vagheit ein wichtiges Charakteristikum der natürlichen Sprache. Die in Fig. 19 genannten Ansätze werden in HAM-RPM in zwei Bereichen eingesetzt:

- Repräsentation von vagem Wissen
- Analyse und Generierung von vagen Formulierungen in der sprachlichen Oberflächenstruktur

Mathematik	:	Zadeh	:	Fuzzy sets, Fuzzy logic
AI	:	LeFaivre, Kling	:	Fuzzy problem-solving
Psychologie	:	Heider	:	Vage Klassifizierungen
Linguistik	:	Lakoff	:	Hedges

Fig. 19

Vages Wissen kann nach LeFaivre (Lit. 12) in semantischen Netzen durch die Modifikation von atomaren Relationen in Form von numerischen Werten, z.B. aus dem reellen Intervall [0,1] dargestellt werden (vgl. Fig. 20).

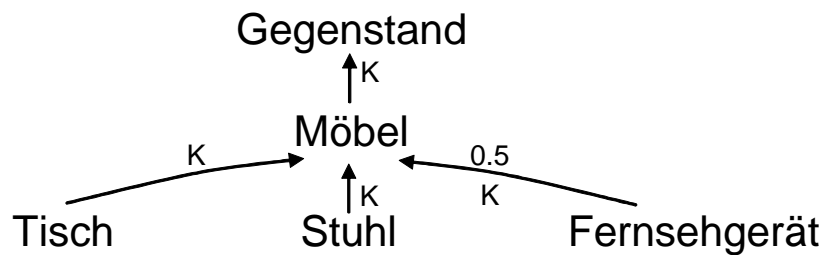


Fig. 20

Wird bei dem in Fig. 20 dargestellten Teilnetz gefragt (Welch- Gegenstand sind Möbel ?), so würde als eine kurze Antwort (Tische und Stühle) oder als ausführliche Antwort (vgl. 3.2.2.) (Tische und Stühle sind typisch- Möbel, e- Fernsehgerät ist e- Art Möbel) generiert. Nach Zadeh kann die Menge der Möbel als fuzzy set  $M := \{ (Tisch, f_M(Tisch)), (Stuhl, f_M(Stuhl)), (Fernsehgerät, f_M(Fernsehgerät)) \}$  interpretiert werden, d.h. als Menge von geordneten Paaren  $\{(x, f_M(x))\}$ , wobei  $f_M(x)$  als Grad der Element-von-Relation aufgefaßt wird. Lakoff (Lit. 11) zeigt, daß es abhängig vom Kontext verschiedene Abbildungen  $f_{M1}(x)$ ,  $f_{M2}(x)$  gibt. So würde, wenn es im Dialog um Versicherungsprämien ginge,  $f_{M1}(Fernsehgerät)=0.3$  und  $f_{G1}(Fernsehgerät)=0.7$  sein ( $G =$  Menge der Elektrogeräte), während in einer Umzugssituation  $f_{M2}(x)$  als 0.8 angenommen werden könnte. In der Implementation wurden allerdings nur Lakoffs 'Hecken', d.h. Modifikationen von Prädikationen an der sprachlichen Oberfläche berücksichtigt. Dabei werden lokale Präpositionen als Relationen zwischen zwei Objekten, in Abhängigkeit vom Wert einer Abstandsfunktion zwischen den beiden Objekten, durch 'Hecken' wie direkt oder in etwa modifiziert.

Beispiele:

Allgemein liefert GEOMOD Quadrupel der Form

(WAS WO WIE ABSTAND(WAS,WO)), aus denen die A-Tripel abgeleitet werden.

Beispiele (Quadrupel/A-Tripel):

(STUHL1 TISCH1 VOR 0)

(STUHL1 TISCH1 (DIREKT VOR))

(STUHL1 TISCH1 VOR 3)

(STUHL1 TISCH1 VOR)

(STUHL1 GLAS1 VOR 12)

(STUHL1 GLAS1 (IN ETWA VOR))

Nach einer Erweiterung von LISP 1.6 II um Daten- und Kontrollstrukturen wie sie in AI-Sprachen mit mehrwertiger Logik wie FUZZY-PLANNER oder FUZZY (vgl. Lit. 12) zur Verfügung stehen, werden wir auch Dekompositionen wie (RÖTLICH)  $\rightarrow$  (ROT 0.6) und ihre Umkehrung oder eine Darstellung von Quantoren und Modaloperatoren wie in Ich bin mir ziemlich sicher, daß die meisten Schränke relativ groß sind als (ADD (IST-SICH-SICHER MM1 ((SCHRÄNKE SIND GROSS) 0.8) 0.9) 0.9) vornehmen).

### 3.4. Konotatives Wertesystem

In Abschnitt 3.2.2. wurde die Rolle von Präferenzen innerhalb der Antwortgenerierung erläutert. Die Repräsentation von Präferenzen ist bisher nur in prozeduraler Form möglich. So werden beispielsweise bei Vergleichen Kontakt-Relationen (u.a. auf, in) den Ebene-Relationen (u.a. vor, neben, hinter) vorgezogen.

In semantischen Netzwerken kann durch Einführung eines konotativen Wertesystems ein Teil des die Präferenzen bestimmenden Belief-systems in deklarativer Form dargestellt werden. Dabei unterscheiden wir funktionale Kriterien der Bewertung, z.B. <kaputter Stuhl> von nicht funktionalen Kriterien wie Lieblingsfarben. Zunächst wird eine atomare Relation W mit der Bedeutung <Hat als Bewertung> eingeführt. Wie in Fig. 21 dargestellt, kann eine solche Relation auf verschiedene Arten eingesetzt werden.

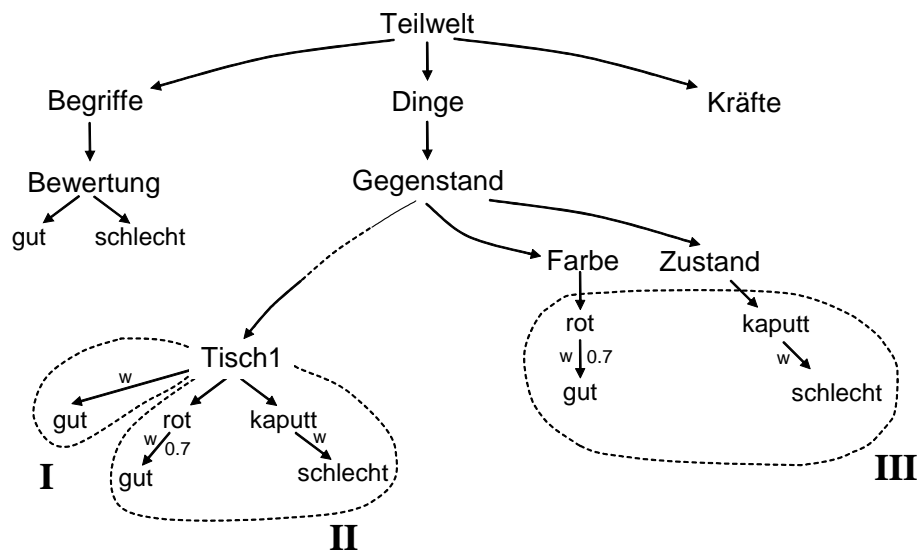


Fig. 21

So kann man z.B. jedes token durch W direk mit einer bestimmten Bewertung verbinden (vgl. Fig. 21). Diese einfache Darstellung hat den Nachteil, daß den bookkeeping-routinen (vgl. Lit. 5) in den Netzwerken keine Information zur Änderung der Relation W zur Verfügung gestellt wird. Aus demselben Grund ist Lösung II (vgl. Fig. 21) nicht akzeptabel. Nur Lösung III, in der eine Bewertung im begrifflichen Netzwerk vorgenommen und aus dem aktuellen referentiellen Merkmalbündel nach I eine bestimmte 'emotionale Wertigkeit' für ein Objekt errechnet wird, erlaubt sowohl eine Begründung der Präferenz als auch eine dynamische Bewertung.

Abelson (Lit. 1) macht darauf aufmerksam, daß die Bewertungen von Situationen auch von der jeweiligen Handlungsstrategie abhängig sind. Nur nach komplizierten graph-matching-Operationen könnten dazu ganze situative Muster bewertet werden. Eine solche Lösung erscheint uns als zu aufwendig, da AI-Systeme wie HAM-RPM ohnehin ähnliche Komplexität wie Betriebssysteme erreichen.

## 4. Literatur

- (1) ABELSON, Robert P. (1973): "The structure of belief Systems". SCHANK/COLBY: 287-339.
- (2) BOBROW, Daniel G./ COLLINS, Allen M. (eds.) (1975): Representation and understanding: Studies in cognitive science. New York: Academic.
- (3) BOLEY, Harold (1974): Einfache natürlichsprachliche Dialoge mit einem semantischen Netzwerkprogramm. Mitteilung Nr. 10, Institut für Informatik, Hamburg.
- (4) --- (1976): Representing knowledge with directed recursive labelnode hypergraphs. Institut für Informatik, Hamburg (erscheint 1976).
- (5) CHARNIAK, Eugene (1975): "Inference and knowledge". Lecture notes of the Tutorial on Computational Semantics. Castagnola (vervielfält.).
- (6) (FINKE, Peter (1974): Theoretische Probleme der Kasusgrammatik. Kronberg/Ts: Scriptor.
- (7) GÖSCHEL, Joachim / VEITH, Werner H. (eds.) (1975): Neuere Forschungen in Linguistik und Philologie. Zeitschrift für Dialektologie und Linguistik. Beiheft Nr. 13. Wiesbaden: Steiner.
- (8) v.HAHN, Walther/ HENSKES, Dieter / HOEPPNER, Wolfgang / WAHLSTER, Wolfgang (erscheint 1976): "HAM-RPM: Ein Redepartnermodell als Simulationsprogramm". BRAUNMÜLLER, K. / KÜRSCHNER, W. (eds.): Grammatik. Akten des 10. Linguistischen Kolloquiums, Tübingen 1975. Bd II. Tübingen: Niemeyer.
- (9) v.HAHN, Walther / FISCHER, Hartmut (1975): "Über die Leistung von Morphologisierungsalgorithmen bei Substantiven". GÖSCHEL/VEITH: 130-150.
- (10) v.HAHN, Walther / HOEPPNER, Wolfgang (1975): "HAM2 - Ein Algorithmus zur Lemmatisierung deutscher Verben". GÖSCHEL/VEITH: 151-171.
- (11) LAKOFF, George (1975): "Hedges: A study in meaning criteria and the logic of fuzzy concepts". HOCKNEY, D./ HARPER, W./ FREED, B. (eds.): Contemporary research in philosophical logic and linguistic semantics. Dordrecht: Reidel: 221-271.
- (12) LEFAIVRE, Richard A. (1974): Fuzzy problem-solving. Technical Report No. 37, Univ. of Wisconsin, Madison.
- (13) LENDERS, Winfried (1975): Semantische und argumentative Textdeskription. Ein Beitrag zur Simulation sprachlicher Kommunikation. IKP-Forschungsberichte Bd 52. Hamburg: Buske.
- (14) MYLOPOULOS, John /BORGIDA, Alex / COHEN, Philip / ROUSSO-POULOS, Nicholas / TSOTSOS, John /WONG, Harry (1975): TORUS - a natural language understanding system for data management. Advance Papers of the fourth Joint Conference on Artificial Intelligence. Tiflis: 414-421.
- (15) NASH-WEBER, Bonni L. / SCHANK, Roger C. (eds.) (1975): Theoretical issues in natural language processing. Cambridge/Mass.
- (16) NORMAN, Donald A. / RUMELHART, David E. (1975): Explorations in cognition. San Francisco: Freeman.
- (17) QUAM, Lynn (1969): LISP 1.6. Stanford-AI-Lab. Operating Note 28.3, Decus Nr. 6/10-38A.
- (18) RUSTIN, Randall (ed.) (1973): Natural language processing. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- (19) SCHANK, Roger C. (ed.) (1975): Conceptual information processing. Amsterdam: North Holland Publishing.



- (20) --- / COLBY, Kenneth M. (eds.) (1973): Computer models of thought and language. San Francisco: Freeman.
- (21) SCHEFE, Peter (1975): Beschreibung eines Programms für das Konstruieren und Testen von formalen Grammatiken im Dialog mit einer Rechenanlage. Mitteilung Nr. 11, Institut für Informatik, Hamburg.
- (22) WAHLSTER, Wolfgang (1975): Pattern Matching und die Transformation von S-Expressions". WITTIG (ed.): 7-11.
- (23) WILKS, Yorik (1975): "Parsing English". Lecture Notes of the Tutorial on Computational Semantics. Castagnola (vervielf.).
- (24) WINOGRAD, Terry (1972): Understanding natural language. Edinburgh: Univ. Press.
- (25) --- (1974): Five lectures on artificial intelligence. Stanford-Cs-74-459.
- (26) WITTIG, Thies (1976): Semantische Analyse von Sätzen zur Erfassung eines Sachverhaltes. Institut für Informatik, Hamburg (Diss. erscheint 1976).
- (27) --- (ed.) (1975): LISP 1.6 II. Eine Erweiterung der Stanford-Version. Mitteilung Nr. 19, Institut für Informatik, Hamburg.
- (28) ZADEH, Lofti (1974): The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. San Jose: IBM Research Report RJ 1355.