

DER MENSCH-MASCHINE DIALOG

1. Einleitung: Maschinen und Menschen

Seitdem die Menschheit versucht, lebenspraktische Probleme mit Hilfe von Maschinen zu lösen oder zu erleichtern, besteht die Notwendigkeit, gültige (und ungültige) Aktionen der Bediener festzulegen. Dies geschieht im wesentlichen dadurch, daß die Maschine, besser: ihr Konstrukteur, über ihre Bedienungselemente festlegt, welche Funktion bei Betätigung ausgelöst wird. Bei einem Auto sind dies beispielsweise das Lenkrad, das Gaspedal, die Bremshebel, und nach relativ kurzer Ausbildungszeit sind die meisten Menschen in der Lage, die Maschine ‚Auto‘ im Sinne ihrer eigenen Intentionen zu bedienen. Durch Erfahrung mit einer solchen Maschine wird sodann die automatische Bedienung erworben, die mit dem Gebrauch unserer Gliedmaßen vergleichbar ist. Wir denken nicht mehr darüber nach, welche Muskeln wir etwa für das Ersteigen einer Treppe einsetzen, sondern wir haben diese Fähigkeit erworben und beherrschen sie in ähnlicher Weise, wie wir auf die Bremslichter eines vor uns fahrenden Autos reagieren.

Mit dem Computer ist nun eine Maschine entstanden, die sich wesentlich von allen bisher existierenden Maschinen unterscheidet. Dies ist dadurch begründet, daß mittels des Computers nicht in unsere "reale" Welt eingegriffen wird, sondern daß Informationen über diese Welt verarbeitet werden. Diese Informationen können dann natürlich Auswirkungen auf die Welt haben, aber das sind gewissermaßen Seiteneffekte der Informationsverarbeitung. Wesentlich ist hier der Modellcharakter der verarbeiteten Information, die symbolisch kodiert ist und möglichst große Ähnlichkeit mit dem Modelloriginal haben sollte. Daß heute immer mehr Elemente der Computertechnologie auch in herkömmliche Maschinen integriert werden, ist bekannt, und diese Entwicklung wird sich fortsetzen.

Im vorliegenden Artikel wird es ausschließlich um den Dialog zwischen Computern und Menschen gehen, und hier insbesondere darum, wie weit eine natürlichsprachliche Interaktion möglich und sinnvoll ist. Der Begriff ‚Interaktion‘ wird hier absichtsvoll verwendet, und zwar als Kontrast zu ‚Kommunikation‘. Wenn auch häufig von Mensch-Maschine Kommunikation gesprochen wird, so ist es doch fraglich, ob sich der Begriff der Kommunikation, so wie er für zwischenmenschliche Handlungen gebraucht wird, auch auf den Umgang zwischen Mensch und Maschine anwenden läßt. Mit ‚Kommunikation‘ wird in der Informatik schließlich auch der Informationsaustausch zwischen technischen Geräten bezeichnet, etwa die Schnittstelle zwischen einem Computer und seiner Peripherie (z.B. Monitor, Tastatur, Drucker) oder anderen Computern. Es handelt sich hierbei um technische Eigenschaften des Übertragungskanals und der Kodierung (Protokoll genannt), in der Informationen übertragen werden, also um nachrichtentechnische Spezifikationen.

1.1 Computerbedienung

Für den Umgang eines Benutzers mit einem Computer ist in erster Linie das Betriebssystem zuständig. Dies ist die Schnittstelle, über die Menschen Aufträge an den Computer übermitteln können. Grob gesprochen handelt es sich um eine Menge von Anweisungen, die im Computer in entsprechende Aktionen umgesetzt werden, die also z.B. dafür sorgen, daß eine bestimmte Datei auf einem bestimmten Drucker ausgedruckt wird. Diese Anweisungen haben in der Regel Parameter, über die man verschiedene Alternativen einer Aktion spezifizieren kann, beispielsweise einen bestimmten Drucker. Wichtig ist hier, daß es sich bei einem Betriebssystem um ein Software-System handelt, das eine endliche Menge von Anweisungen interpretiert. Der Benutzer muß sich in einer formalen Sprache ausdrücken, die er zuvor erlernen muß, um den Computer für seine Zwecke einsetzen zu können.

Neben dem Betriebssystem existieren eine Unzahl von Anwenderprogrammen auf einem Computer, die jeweils ein eigenes System von formalen Sprachen beherrschen. Programmiersprachen, Datenbanksysteme, Textverarbeitungssoftware, Tabellenkalkulation seien hier nur als Beispiele genannt. Für jedes dieser Software-Systeme ist eine formale Sprache definiert, in der ein Benutzer sich ausdrücken muß, um die gewünschte Leistung zu erhalten. Diese Sprachen müssen jeweils erlernt und perfekt beherrscht werden, denn jede Abweichung resultiert in einer Fehlermeldung, oder schlimmer noch, in unerwünschten Systemaktionen. Ein Benutzer kann also nur in der durch den Computer oder das Softwaresystem vorgegebenen Form von dieser Maschine Gebrauch machen.

Seit Beginn der achtziger Jahre wurden graphische Benutzeroberflächen eingeführt, und diese sind heutzutage für die Arbeit am Computer der Standard. Oftmals sind sie an der Terminologie herkömmlicher Arbeitsprozesse orientiert: der Benutzer verwaltet Dokumente, die in Ordnern zusammengefaßt sein können, die wiederum in Aktenschränken aufbewahrt werden. Menüs werden eingesetzt, die nur diejenigen Aktionen zulassen, die für den jeweiligen Systemzustand sinnvoll und möglich sind. Hilfesysteme unterstützen zudem den Benutzer in vielfältiger Weise, so daß im Arbeitsprozeß selbst die Möglichkeit besteht, sich nach den Bedingungen der Mensch-Maschine Interaktion zu erkundigen. Diese Bedingungen legt jedoch immer das jeweilige Software-System fest, wie komplex und undurchschaubar es von außen auch erscheint. Und dies ist nicht weiter verwunderlich, da es ja letztlich technische, d.h. vollständig spezifizierte Prozesse sind, die die Maschine Computer ausführt. Auch in der Informatik wird das Problem der Interaktion zwischen menschlichen Benutzern und Computern immer stärker diskutiert, und es werden hier auch Erkenntnisse aus der menschlichen Kommunikation einbezogen (Herrmann 1986).

1.2 Menschliche Kommunikation

Die Kommunikation zwischen Menschen zeichnet sich u.a. dadurch aus, daß es keine vorgegebene und leistungsbegrenzte Instanz gibt, mit der kommuniziert wird. Erst durch Kommunikation passen wir uns dem jeweiligen Gesprächspartner an und versuchen, unsere hypothetischen Vorstellungen über den Partner zu konkretisieren (Lenke/Lutz/Sprenger 1995). Aus unserer Sozialisation haben wir zwar viele Erfahrungen gesammelt, die eine in den meisten Fällen erfolgreiche Kommunikation mit unseren Mitmenschen gewährleistet, aber auch hier kommt es gelegentlich zu Mißverständnissen, die kommunikativ gelöst werden können, die aber auch bestehen bleiben können.

Mit dem Computer als "Gesprächspartner" sieht es anders aus. Einerseits besteht das Bedürfnis, seine Leistungen auf die Weise aktivieren zu können, die für den Benutzer am einfachsten ist. Natürliche Sprache wäre hier eine Ebene, in der menschliche Benutzer ihre Anforderungen ausdrücken können. Andererseits existieren keine Erfahrungswerte, die es uns erlauben, die Verständnisfähigkeit des Computers überhaupt einzuschätzen. Abgesehen davon ist es kein einfaches Unterfangen, eine überprüfbare Definition von "Verstehen" zu geben. Man kann den Eindruck haben, verstanden zu sein, aber nicht die Gewißheit (Ungeheuer 1987). Dies gilt generell für menschliche Kommunikation – für den Dialog mit einer Maschine ist eine Überprüfbarkeit viel schwieriger, weil es sich um ungleiche Kommunikationsteilnehmer handelt. Ob diese Ungleichheit aufgehoben oder überbrückt werden kann, ist bereits seit vielen Jahrhunderten von Philosophen thematisiert worden (z.B. Leibniz, Descartes). Seit der Existenz von Computern ist diese Diskussion neu belebt worden. Es sei hier nur auf den Turing-Test hingewiesen (Turing 1950) und das Gedankenexperiment von Searle (1980), das unter der Bezeichnung "Chinesisches Zimmer" Berühmtheit erlangt hat.

2. Wissenschaftliche Forschungsdisziplinen

Natürlichsprachliche Dialogsysteme sind ein Gegenstandsbereich der Computerlinguistik (Görz/Habel/v.Hahn u.a. 1990), die als interdisziplinäre Wissenschaft zwischen der Linguistik und der Informatik angesiedelt ist. Sie ist im Wesentlichen durch zwei Forschungsinteressen gekennzeichnet. In der anwendungsorientierten Linie werden Systeme entwickelt, die über sprachverarbeitende Fähigkeiten verfügen. Dies reicht von Systemen zur automatischen Schreibfehlerkorrektur über maschinelle Übersetzungssysteme bis hin zu natürlichsprachlichen Datenbank-Schnittstellen, um nur einige Beispiele zu nennen. Ziel dieser Forschungsrichtung ist die Verarbeitung sprachlicher Daten und die Integration herkömmlicher Softwaresysteme mit natürlichsprachlichen Interaktionsformen, die dem Benutzer einen seinen Gepflogenheiten entsprechenden Umgang mit Computersystemen ermöglichen sollen. In der grundlagenorientierten Linie der computerlinguistischen Forschung werden Systeme entwickelt, die

Einsichten über das Phänomen ‚natürliche Sprache‘ gewinnen lassen. Es ist dies dasselbe Erkenntnisziel, wie es für die moderne Linguistik gilt, die Sprachfähigkeit als ein isolierbares System betrachtet. Der Unterschied besteht vor allem in der Methode und in der Definition des Gegenstandsbereichs. Die moderne Linguistik beschränkt sich auf die Einheit ‚Satz‘ und versucht, die menschliche Sprachfähigkeit als Kompetenzmodell zu beschreiben. Texte und Dialoge, bei denen Produzent und Rezipient eine wesentliche Rolle spielen, werden aus der Theorie ausgeklammert; der ‚ideale Sprecher/Hörer‘ tritt an seine Stelle, und damit ist der Bereich der Pragmatik aus dem Untersuchungsfeld verschwunden. In der Computerlinguistik wird diese theoretische Grundannahme zwar auch bisweilen vertreten, aber zumeist findet man hier ein breiteres Verständnis des Gegenstandsbereichs ‚Sprache‘.

Die methodische Grundlage der Computerlinguistik in ihrer grundlagenorientierten Form ist an das Vorgehen der Naturwissenschaften angelehnt. Es werden Experimente durchgeführt, die zeigen sollen, daß theoretische Annahmen über die Sprachfähigkeit von Menschen begründet sind. Wenn diese Experimente gelingen, beispielsweise auf eine gestellte Frage eine ‚vernünftige‘ Antwort gegeben wird, dann ist das Modell tauglich. Es kann nämlich die Frage so analysieren, daß eine sinnvolle Reaktion erfolgt. Nun ist es nicht einfach, für eine Frage und eine Antwort zu bestimmen, wie sinnvoll ein solches Paar sprachlicher Äußerungen ist. Aber genau dies tun wir als Menschen im täglichen Leben ständig. Man kann also sagen, daß die grundlagenorientierte Forschungsrichtung der Computerlinguistik das Spektrum der theoretischen Linguistik ausweitet und die Verwendung sprachlicher Mittel in den Vordergrund stellt.

In dieser Hinsicht ist die Computerlinguistik dem Paradigma der ‚Künstlichen Intelligenz‘ (KI) verpflichtet; man spricht auch von ‚sprachorientierter KI-Forschung‘, und meint damit eine Forschungsintention, die spezifisch menschliche Verhaltensweisen mit Hilfe des Computers untersucht. Die detaillierteste Gesamtdarstellung der Computerlinguistik und ihrer Methoden liegt in (Allen 1994) vor.

3. Ausprägungen natürlicher Sprache

In der menschlichen Kommunikation treten zwei Realisierungsformen auf, die uns selbst wenig Probleme bereiten, die jedoch für den Computer eine ganz verschiedene Datengrundlage bilden. Hiermit sind gesprochene und geschriebene Sprachäußerungen gemeint. Diese beiden Darstellungsformen sind nun so unterschiedlich, daß zwischen der Verarbeitung gesprochener Äußerungen und ihrer schriftlichen Form Welten liegen. Woran liegt das?

Gesprochene Äußerungen sind Schallsignale, die in der Regel kontinuierlich sind. Wir sprechen nicht in einer Weise, die Wörter voneinander trennt, etwa durch Pausen, sondern verschleifen Wörter miteinander, sprechen Endsilben nicht aus, usf. Schriftsprachliche Äußerungen bedienen sich eines endlichen Inventars von Zeichen (Buchstaben, Satzzeichen), also eines diskreten Mediums. Während gesprochene

Sprache von zahlreichen Faktoren abhängt, die man dem individuellen Sprecher zurechnen muß (Dialekt, Gesundheitszustand, psychischer Druck etc.), so abstrahiert die orthographisch normierte Form der Schriftsprache von diesen individuellen Unterschieden.

Darüberhinaus sind gesprochene Äußerungen oftmals ungrammatisch: Sätze werden nicht zu Ende geführt, der Sprecher bricht ab und beginnt seine Äußerung erneut, eine Äußerung des Gesprächspartners unterbricht den Sprecher, das berüchtigte "äh" wird in den Redefluß eingestreut. Dies sind nur einige Beispiele, die verdeutlichen sollen, wie stark die gesprochene Sprache von der schriftlichen Form abweicht. Die Ursache hierfür liegt oft in der Kopräsenz der Gesprächspartner bei gesprochener Interaktion, die einerseits eine kontinuierliche Ausdrucksweise verlangt (die "äh"-Laute überbrücken gewissermaßen unerlaubte Pausen), die andererseits aber auch eine augenblickliche Einschätzung der Reaktion des Partners einschließt, sei sie verbal oder nonverbal.

In der Computerlinguistik sind traditionell Dialogsysteme entwickelt worden, die auf schriftlicher Interaktion beruhen, die also Eingaben über die Tastatur verarbeiten und ihre Reaktionen über den Bildschirm ausgeben. Gesprochene Sprache war lange eine Domäne der Nachrichtentechnik, die mit technischen Methoden versuchte, Ordnung in das kontinuierliche Schallsignal zu bringen. In neuerer Zeit wird in Forschungsprojekten versucht, linguistische Kategorien in die Analyse gesprochener Sprache einzubringen. Dies gilt auch auf der Generierungsseite, denn Betonung und Satzmelodie, um nur einige prosodische Elemente aufzuführen, sind auf der pragmatischen Ebene begründet, die in der herkömmlichen Linguistikhierarchie weit von der phonetischen Ebene entfernt ist. Als Produkte sind seit kurzem Systeme auf dem Markt, die eine Transformation gesprochener Texte in die Schriftsprache leisten (Speech-to-Text Systeme), oder den umgekehrten Weg gehen (Text-to-Speech Systeme). Soll die Erfolgsquote allerdings für den Einsatz in der Praxis genügen, also bei ca. 90% oder mehr richtig erkannten Wörtern liegen, dann ist die Adaptierung solcher Systeme auf den konkreten Sprecher noch unerlässlich. Dies bedeutet in der Praxis, daß vor der Benutzung eine längere ‚Lernphase‘ absolviert werden muß, durch die das System sich auf den konkreten Benutzer einstellen kann, und dann natürlich auch nur von dieser Stimme gesprochene Texte in die Schriftform umsetzt. Bei Text-to-Speech Systemen sind die pragmatischen Funktionen, die die prosodische Realisierung weitgehend steuern, oft nur schwer zu extrahieren, da der Eingabetext dann erst auf diese Faktoren hin analysiert werden muß.

In Forschungslaboratorien werden seit etwa 7 Jahren Systeme entwickelt, die über die reine Erkennung akustischer Eingaben hinausgehen, die also nicht nur das akustische Signal in ein anderes Medium umsetzen, sondern als Mittler im Dialog zwischen Menschen fungieren sollen. Das prominenteste Beispiel ist im deutschsprachigen Raum das Verbundprojekt VERBMOBIL (Wahlster 1993). Das Dialogszenario sieht vor, daß sich zwei Geschäftspartner am Telefon unterhalten, die unterschiedliche Muttersprachen sprechen (Deutsch und Japanisch) und dies wie üblich in Englisch erfolgt. Hierbei kommt es vor, daß ein Gesprächspartner nicht weiß, wie er eine Äußerung auf Englisch ausdrücken kann. Er aktiviert dann das System und spricht die Äußerung in seiner Muttersprache. Das System analysiert

diese Äußerung und übersetzt sie ins Englische, was den Vorteil bietet, daß der Sprecher auf Grund seiner passiven Sprachkenntnis hier noch korrigierend eingreifen kann. Für das System bedeutet dies, daß nicht nur akustische Eingaben erkannt werden müssen, sondern daß sie auch im Kontext des jeweiligen Gesprächs interpretiert werden müssen. Für den Forschungsprototypen wurde als erste Domäne die Terminabsprache festgelegt. Dies mag zunächst als starke Einschränkung erscheinen, aber die Integration von nachrichtentechnischen Verfahren mit (computer-) linguistischem Vorgehen kann nicht einfach als Addition realisiert werden. Über der sprachlichen Modellierung ist ein konzeptuelles Modell erforderlich, das die Sachverhalte eines konkreten Diskursbereichs beschreibt, das am Beispiel von VERBMOBIL also die Regularien einer Terminabsprache erfaßt.

In diesem Abschnitt konnte nur versucht werden, die grundlegenden Unterschiede zwischen gesprochener und geschriebener Interaktion darzustellen, die insbesondere für den natürlichsprachlichen Dialog zwischen Mensch und Computer ganz unterschiedliche Techniken verlangt. Aus der Sicht der Anwendung ist gesprochene Interaktion immer dann geeignet, wenn eine Aufgabenstellung den Umgang mit der Tastatur und dem Bildschirm nicht erlaubt (Fellbaum 1992). Im folgenden wird auf die Techniken zur Analyse und Generierung gesprochener Sprache nicht weiter eingegangen. Die meisten Methoden für die Verarbeitung schriftlicher Äußerungen sind jedoch auch für gesprochene Interaktion anwendbar.

Abgesehen vom Vorteil der diskreten Darstellung stellen schriftliche Texte auch aus der Sicht potentieller Anwendungen eine interessante Herausforderung dar, die durch die elektronische Verfügbarkeit von Texten im Internet immer größere Bedeutung gewinnt.

4. Natürlichsprachliche Dialogsysteme

Unter einem natürlichsprachlichen Dialogsystem versteht man ein Softwaresystem, das es dem Benutzer erlaubt, seine konkrete Problemstellung in natürlicher Sprache zu formulieren, woraufhin das System Lösungen anbietet, die wiederum in natürlicher Sprache formuliert sind. Oftmals ist es für den Benutzer anschaulicher, wenn bestimmte Informationen in graphischer Form präsentiert werden (z.B. Diagramme, Tabellen, Skizzen), und man spricht dann von multimodalen Systemen. Auch auf der Eingabeseite sind Interaktionsformen untersucht worden, die über die rein sprachliche Ausdrucksweise hinausgehen, z.B. durch ergänzende deiktische Gesten, die sich mit der Maus realisieren lassen (Allgayer/Harbusch/Kobsa u.a. 1989).

Eine einfache Ausprägung eines Dialogsystems kann ein Frage-Antwort System sein, das es dem Benutzer erlaubt, eine natürlichsprachliche Anfrage einzugeben, die vom System in natürlichsprachlicher Form beantwortet wird. Solche Systeme sind in den sechziger Jahren entwickelt worden, oftmals auch noch ohne eine sprachliche Präsentation des Anfrageergebnisses; es wurden beispielsweise Rechercheergebnisse aus einer Datenbank in Tabellenform ausgegeben. Das Wesentliche an einem Dialog

ist jedoch, daß die einzelnen Beiträge aufeinander bezogen sind, und dies ist bei reinen Frage-Antwort Systemen nicht der Fall. Jede Frage wird als eigenständiger Auftrag interpretiert, ohne den Dialogkontext zu berücksichtigen. Trotzdem muß auch in diesem einfachen Fall untersucht und modelliert werden, welche Relation zwischen einer Anfrage und einer Antwort besteht – ein Zusammenhang, der in der satzbezogenen Linguistik gar nicht erst thematisiert wird.

Mit einem immer komplexer werdenden Angebot an Softwaresystemen wurde auch der Umgang mit ihnen und ihren für den gelegentlichen Benutzer kaum einschätzbaren Leistungen zu einem Problem. Die menschliche Fähigkeit, sich interaktiv mit einem Partner über eine zu lösende Aufgabe auszutauschen und so ein gemeinsames Verständnis herbeizuführen, ist jedoch mit dem Einbau von heute üblichen Hilfesystemen nicht zu bewältigen. Denn diese antizipieren einen ‚durchschnittlichen‘ Benutzer und bieten so dem einen zu wenig, dem anderen zu viel. Mit natürlichsprachlichen Dialogsystemen wird nun versucht, die genuine Interaktionsform des menschlichen Benutzers auf die Interaktion mit dem Computer abzubilden. Hierbei ist nicht an die ganze Breite und Vielfalt sprachlicher Interaktion zu denken, wie sie zwischen Menschen als universelles Medium eingesetzt wird (Krambrich 1988). Es handelt sich vielmehr um sach- und aufgabenorientierte Dialogformen. Wie weit dies gelingen kann, ist eine eher philosophische Fragestellung, die auch nicht neu ist, und im Zusammenhang mit ‚intelligentem‘ Verhalten von Computern diskutiert wird. Auf linguistischer Seite stößt man hier rasch an die Fundamente der modernen formalen Linguistik und ihr theoretisches Konstrukt des ‚idealen Sprecher/Hörers‘. Bei natürlichsprachlichen Dialogsystemen steht die Analyse und Produktion konkreter sprachlicher Äußerungen innerhalb eines Handlungsrahmens im Vordergrund und nicht die Beschreibung einer abstrakten Sprachfähigkeit.

In den folgenden Abschnitten wird die Funktionsweise natürlichsprachlicher Systeme erläutert. Dies weniger im technischen Sinn, sondern auf der Grundlage eines linguistischen Verständnisses.

4.1 Architektur eines Dialogsystems

In Abb. 1 ist ein Strukturschema dargestellt, das einen groben Eindruck von den Hauptverarbeitungs-komponenten eines natürlichsprachlichen Dialogsystems und ihrer Interaktion wiedergibt. Es ist bei einem Dialogsystem nicht leicht zu bestimmen, welche Seite den Dialog beginnt. Technisch gesehen ist es der Benutzer, der das System zunächst aktivieren muß. Allerdings ist dies nicht der Beginn des eigentlichen Dialogs, und in vielen Fällen ist es sinnvoll, daß das System zunächst die Initiative übernimmt, auf seine konkrete Funktion und Grenzen hinweist und den Benutzer zu einer Eingabe auffordert. Das Strukturschema zeigt nur die Verarbeitung einer Benutzereingabe. Diese wird zunächst analysiert (vgl. 4.3) und es wird eine ‚interne Repräsentation‘ der Benutzereingabe erzeugt. Man kann sich dies als eine in einer formalen Sprache ausgedrückten Repräsentation des Inhalts der Benutzereingabe vorstellen, die semantisch-pragmatische Anteile enthält. Diese

Repräsentation ist Eingabe in die Komponente "Auswertung" (vgl. 4.4), die Entscheidungen trifft, was mit der Benutzereingabe zu geschehen hat. Bei einer Anfrage könnte dies z.B. die Suche nach einer Menge entsprechender Fakten sein. Das Ergebnis der Auswertung wird wieder in einer internen Repräsentation dargestellt, die dann Eingabe in die Generierungskomponente ist (vgl. 4.5), durch die eine natürlichsprachliche Formulierung erzeugt wird. Diese wird an den Benutzer ausgegeben.

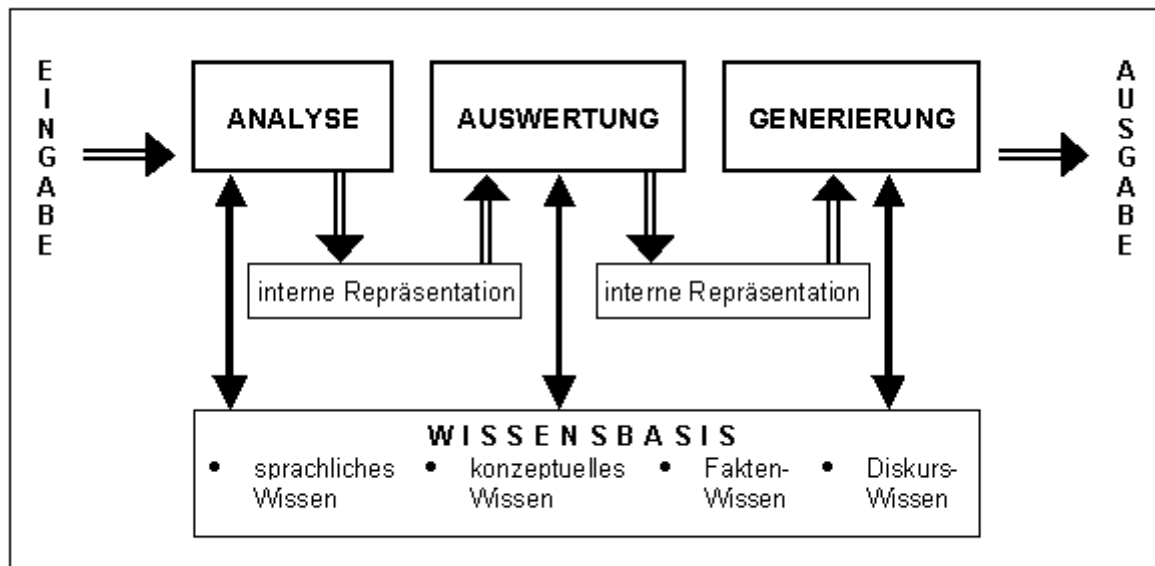


Abb. 1 Systemarchitektur

Die Funktion der internen Repräsentation ist für Linguisten aus dem Grund oft schwer zu motivieren, weil sie zwei Anforderungen genügen muß. Sie muß einerseits sprachnah sein, um aus einer Eingabeäußerung konstruiert zu werden bzw. die Basis für eine sprachlich formulierte Systemreaktion zu bilden. Andererseits muß sie für Auswertungsprozesse geeignet sein, eine Aufgabe, die für Linguisten weniger vertraut ist, da sie sich in erster Linie für Wohlgeformtheit sprachlicher Einheiten interessieren und den pragmatischen Rahmen und die kommunikative Funktion oft ausblenden. Es liegt auf der Hand, daß die internen Repräsentationen ähnlich, wenn nicht gleich sein müssen, da sie eng mit sprachlichen Darstellungen verbunden sind. In den meisten Systemen ist dies der Fall. Ob man hier allerdings von einer ‚Gedankensprache‘ reden sollte, ist umstritten und läßt sich erst auf einer Metaebene diskutieren, auf der formale Repräsentationen im Computersinn den mentalen Repräsentationen bei Menschen gegenübergestellt werden.

Alle drei Teilkomponenten eines natürlichsprachlichen Dialogsystems interagieren mit Elementen der Wissensbasis, für die in Abb. 1 vier große Bereiche angeführt sind:

- ‚*Sprachliches Wissen*‘ umfaßt Lexikonstrukturen, morphologische und syntaktische Regeln, sowie semantische und pragmatische Informationen über die Bestandteile einer Äußerung.
- ‚*Konzeptuelles Wissen*‘ bedeutet die Modellierung des Bereichs, für das ein Dialogsystem eingesetzt wird. Es werden hier die Entitäten und ihre Relationen zueinander dargestellt, und zwar nicht in sprachlichen Zusammenhängen, sondern in denen des Diskursbereichs. Dies geschieht mit Hilfe von Formalismen zur Wissensrepräsentation (Allen 1994, 389ff; Stefik 1995).
- ‚*Faktenwissen*‘ enthält die konkreten Angaben des Anwendungsbereichs. Wenn es sich beispielsweise um den Datenbestand eines Einwohnermeldeamts handelt, dann wären hier die jeweiligen Einwohner mit ihren Eigenschaften repräsentiert. Im konzeptuellen Wissen wären nur die strukturellen Informationen enthalten, beispielsweise welche Daten über jeden Einwohner prinzipiell verfügbar sind oder sein sollten.
- ‚*Diskurswissen*‘ umfaßt im weitesten Sinn die pragmatischen Aspekte eines Dialogs: Information also über die Gesprächsteilnehmer, ihr wechselseitiges Wissen, den augenblicklichen Stand des Dialogs und seine Historie. Im Gegensatz zu den anderen drei Wissensbereichen ändern sich die Einträge hier dynamisch, denn sie sollen ja für einen konkreten Dialog gelten und ein bestimmtes Benutzerprofil widerspiegeln.

4.2 Ein Beispiel

Bevor auf die Verarbeitungskomponenten in den nächsten Abschnitten detaillierter eingegangen wird, soll die Funktionsweise eines natürlichsprachlichen Dialogsystems an einem hypothetischen Beispiel aufgezeigt werden. Es wird mit Absicht kein konkretes System herangezogen, denn hier wären die Details der Implementation und der Wissensrepräsentation so komplex, daß sie den Rahmen dieses Beitrags sprengen würden. Ausführlich und mit vielen Beispielen der internen Verarbeitung wird auf ein implementiertes Dialogsystem in (Hoepfner/Morik/Marburger 1986) eingegangen. Man stelle sich vor, es existiert ein Datenbanksystem, in dem geographisches Wissen abgelegt ist. Die in diesem System gespeicherte Information soll über sprachliche Anfragen zugänglich gemacht werden, beispielsweise durch die folgende:

Welche jüngeren europäischen Vulkane sind noch aktiv?

Die Analysekomponente würde hieraus einen Ausdruck der internen Repräsentationssprache konstruieren, der die folgende Form haben könnte:

```
[ (WANT U (KNOW U x1))
(PROPOS x1
((RELATION x1 AKTIV_SEIN)
(AND (ENTITY x2 VULKAN)
(ALTER x2 JUNG)
(NAT x2 EUROPÄISCH)) )
(MOD (TEMPUS x1 PRÄSENS)
(PADV x1 NOCH)) ) ]
```

In diesem Ausdruck sind Elemente der Eingabe explizit dargestellt, die in der Äußerung selbst nicht enthalten waren, z.B. daß der Benutzer (U) einen Sachverhalt wissen will, der durch die mit x1 gekennzeichnete Proposition ausgedrückt ist. In dieser Proposition ist eine Relation AKTIV_SEIN enthalten, die sich auf ein Objekt der Sorte ‚Vulkan‘ bezieht, das durch Alters- und Nationalitätsattribute eingeschränkt ist. Zur Proposition gehören schließlich noch modale Angaben über das Tempus und Adverb (‚noch‘), das als propositionale Einstellung interpretiert werden kann. Der gesamte Ausdruck ist die interne Repräsentation der Benutzereingabe, damit jedoch noch kein Ausdruck, den man in dieser Form an eine Datenbank weitergeben kann.

In Abb. 2 ist ein Ausschnitt einer Datenbank wiedergegeben, der relevante Informationen über das Beispiel enthält. Es ist allerdings eine stark vereinfachte Form; in der Realität sind komplexere Strukturen üblich.

Relation: VOLCANO

V_NAME	NAT	REGION	ALTIT	F_ERUP	L_ERUP	ACTIV
ETNA	I	SICILIA	3204	NIL	1987	8
VESUVIO	I	NAPOLI	2739	NIL	1956	3
STROMBOLI	I	EOLI	998	1356	NIL	10
TENEGUIA	E	LAPALMA	457	1971	1971	2
PT. FOURNAISSE	F	RÉUNION	1736	1649	1985	5

Abb. 2 Datenbankauszug

Um die von der Analysekomponente ermittelte interne Repräsentation auf die Datenbank abzubilden, ist eine Umwandlung in eine Datenbankanfrage notwendig.

Dies ist der erste Schritt der Auswertung, in dem sprachliche Bedeutungsstrukturen auf die jeweilige Anfragesprache abgebildet werden. Daß hierzu Wissen über den konkreten Diskursbereich und seine Darstellung erforderlich ist, ist unmittelbar klar. Über die Semantik von "europäisch" und "jung" sind in der Datenbank keine Angaben direkt enthalten. Eine entsprechende formale Anfrage könnte die folgende Form haben:

```
[ FOR ALL V_NAME IN VOLCANO  
  
(Select $V  
  
(with NAT = EUROPE  
  
(AND (F_ERUP >= 1000)  
  
(OR (L_ERUP > 1990)  
  
(ACTIV >= 6)))  
  
(Report (TUPLESET $V)) ]
```

Auf Grund der in dieser Anfrage ausgedrückten Zusammenhänge würde das Datenbanksystem die Zeile zurückgeben, die mit Stromboli beginnt, denn nur sie erfüllt die Restriktionen der Anfrage. Die in der Datenbank enthaltenen Nullwerte (NIL) sollen dabei ‚nicht angebbar‘ bedeuten.

Da aus dem Resultat der Anfrage eine natürlichsprachliche Antwort gebildet werden soll, wird eine interne Repräsentation aufgebaut, die das Ergebnis der Auswertung darstellt. Die Form dieser Repräsentation ist ähnlich aufgebaut wie die Repräsentation der Benutzereingabe und enthält alle Werte, die in der Datenbank für den Vulkan Stromboli enthalten sind:

```
[ (INFORM SYS U)  
  
(PROPOS x1  
  
( (RELATION x1 AKTIV_SEIN)  
  
(AND (ENTITY x2 STROMBOLI)  
  
(NAT x2 ITALIEN)  
  
(REGION x2 EOLI)  
  
(ALTID x2 998)  
  
(F-ERUP x2 1356)  
  
(L-ERUP x2 NIL)
```

(ACTIV x2 10)))]

Die Verarbeitungskomponente ‚Generierung‘ setzt diesen Ausdruck, gegebenenfalls unter Verwendung zusätzlichen Wissens in eine natürlichsprachliche Äußerung um. Beispiele hierfür könnten sein:

Der Stromboli. Am aktivsten ist der Stromboli, der ständig Lava hervorbringt. Der Stromboli (998 m) auf der gleichnamigen äolischen Insel ist pausenlos tätig.

Die Entscheidung, welche Information dem Benutzer mitgeteilt wird, hängt vor allem von der Einschätzung seiner Interessen ab. Eine Interpretation des Adverbs "noch" als propositionale Einstellung könnte etwa dazu führen, daß die Datenbankwerte für L-ERUP und ACTIV als die wichtigsten angesehen werden. Abschnitt 4.5 gibt einen Überblick über die Generierung von Dialogbeiträgen durch natürlichsprachliche Systeme.

4.3 Analyse

Das Ziel der Analyse besteht darin, eine semantisch-pragmatische Repräsentation einer Eingabe aufzubauen, die einerseits der Bedeutung und Funktion der Äußerung im Dialogzusammenhang entspricht, die andererseits aber auch für die Weiterverarbeitung, also für die Auswertung geeignet sein muß.

Der erste Schritt in der Verarbeitung einer Benutzeräußerung ist die lexikalische Analyse. Hier werden die einzelnen Wörter der Äußerung mit dem Lexikon abgeglichen, die Grundform wird ermittelt und es werden die morphologisch-syntaktischen Merkmale in einer Datenstruktur festgehalten. Diesen Prozeß nennt man Lemmatisierung (Lenders/Willée 1998; Sproat 1992). Über die Analyse einzelner Wörter hinausgehend werden in einigen Systemen syntagmatische Einheiten (z.B. idiomatische Ausdrücke) erkannt, es werden Eigennamen als solche identifiziert und Wörter verarbeitet, die nicht auf Grundformen reduziert werden können (z.B. auf Grund fehlender Lexikoneinträge oder Schreibfehlern). Ziel dieser wortorientierten Analyse ist es, für die syntaktische Analyse eine normierte Eingabe bereitzustellen, die zwar oft nicht eindeutig sein kann, die jedoch alle möglichen Interpretationen für eine Wortform enthält.

Für die syntaktische Analyse sind in der Computerlinguistik eine große Zahl von Analyseverfahren entwickelt worden (Pereira 1997). Sie unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Rolle des Lexikons, die Behandlung von Wortstellungsvarianten und den Analysealgorithmus. Durch die syntaktische Analyse wird der linearen Eingabeäußerung eine hierarchische Struktur zugewiesen, die bereits semantische Rollen enthalten kann. In einigen Systemen ist eine syntaktische Struktur nicht explizit vorhanden, sondern es werden gleich semantische Relationen etabliert, z.B. Tiefenkasusrollen.

Pragmatische Informationen können oft nicht direkt aus einer Eingabeäußerung entnommen werden. Sie lassen sich jedoch mitunter aus dem jeweiligen Dialogzustand ableiten oder sind auf Grund von Annahmen über den typischen bzw. speziellen Benutzer ableitbar. An dieser Stelle wird der Unterschied zwischen systemlinguistischen Beschreibungen von Sätzen und den Analyseanforderungen natürlichsprachlicher Dialogsysteme besonders deutlich. Ein Dialogsystem kann sich nicht damit zufriedengeben, daß eine Eingabe wohlgeformt ist und eine bestimmte Struktur hat. Mit der Eingabe soll ja schließlich etwas geschehen, sie soll eine möglichst adäquate Systemreaktion auslösen. Man kann sich deshalb auch nicht allein auf sprachliches Wissen zurückziehen, das für die Analyse relevant ist. In Abb. 1 in Abschnitt 4.1 bestand eine Verbindung zwischen der Analysekomponente und der gesamten Wissensbasis, nicht nur zu ihren sprachbezogenen Anteilen.

4.4 Auswertung

In dieser Verarbeitungskomponente wird darüber entschieden, wie auf eine Eingabeäußerung reagiert werden kann. Ansatzweise liegt dies oft schon als Teil der internen Repräsentation vor, wenn etwa der Eingabeäußerung eine pragmatische Funktion zugewiesen wurde. Ob diese jedoch auch erfüllbar ist, wird erst jetzt deutlich. Die Auswertung spielt eine Mittlerrolle zwischen der internen Repräsentation und dem Modell des jeweiligen Diskursbereichs (*konzeptuelles Wissen*) sowie seiner konkreten Ausprägung (*Faktenwissen*). Es kann vorkommen, daß beispielsweise eine Anfrage nicht genügend Information enthält, um eine adäquate Reaktion zu erzeugen. Durch die Initiierung eines Klärungsdialogs können etwa fehlende Details ermittelt werden, oder es kann eine Konkretisierung der Benutzerintentionen hergestellt werden..

Grundsätzlich kann man unterscheiden zwischen einem natürlichsprachlichen Dialogsystem, welches ein eigenes Diskursbereichsmodell und eine darauf zugeschnittene Auswertungskomponente enthält, und einem Zugangssystem (front-end), das sprachliche Äußerungen auf andere Software-Systeme abbildet. Unser Beispiel aus Abschnitt 4.2, das sprachliche Anfragen in eine Datenbankrecherche überführt hat, war ein Zugangssystem. Die Aufgaben in diesen beiden Systemtypen sind nicht grundsätzlich verschieden, ihre Lösung hängt jedoch von der jeweiligen Ausprägung ab. Bei einem Zugangssystem kontrolliert die Auswertung die Leistung des jeweiligen Hintergrundsystems (z. B. Datenbank- oder Expertensystem) und muß deshalb ein genaues Modell seiner Funktionalität enthalten. Sprachliche Benutzereingaben werden auf die Anfragesprache des Hintergrundsystems abgebildet und dessen Ergebnisse werden durch die Generierungskomponente in eine natürlichsprachliche Form gebracht, sofern dies erforderlich ist. Die Ergebnisse der Auswertung sind auf jeden Fall in einer internen Repräsentation dargestellt, die dem Formalismus für die Eingabeäußerung entsprechen sollte, wenn die Systemreaktion natürlichsprachlich formuliert wird. Erst durch eine gemeinsame Repräsentation für alle Dialogbeiträge kann ein einheitliches *Diskurswissen* aufgebaut werden.

4.5 Generierung

Generierungskomponenten als Forschungsgebiet sind erst sehr viel später entwickelt worden als Analyseverfahren (Mann 1982). Dies lag u.a. daran, daß in vielen Anwendungsfällen die Ausgabe sprachlich vorformulierter Texte hinreichend war. Man spricht hier von "canned text", also Zeichenketten, die vom Benutzer als sprachliche Äußerungen angesehen werden, die jedoch faktisch nur als lineare Sequenz von Buchstaben auf dem Bildschirm erscheinen. Ein System, das sich dieser Technik bedient, kann durchaus unfähig sein, sie zu analysieren. Deshalb ist auch jede Bezugnahme darauf nicht möglich.

Auch in der Psycholinguistik sind Modelle der Sprachproduktion erst relativ spät aufgestellt worden (Levelt 1989, Herrmann/Grabowski 1994). Und dies liegt u.a. daran, daß es experimentell schwer zu untersuchen ist, wie aus einer mentalen Vorstellung (wie immer sie aussehen kann) eine sprachliche Äußerung erzeugt wird.

In der Computerlinguistik ist als erstes systematisches Vorgehen die Unterscheidung zwischen der *Inhaltsbestimmung* (deciding what to say) und der *Formbestimmung* (deciding how to say it) getroffen worden (McDonald 1990, Busemann/Novak 1993). D.h. es wird zunächst entschieden, welche Inhalte dem Benutzer mitgeteilt werden sollen (vgl. die Varianten im konstruierten Beispiel in Abschnitt 4.2). Dann wird die Ausprägung der sprachlichen Umsetzung festgelegt, also die Aufteilung der Information in Sätze und Nebensätze, ihre lineare Anordnung und die syntaktisch-morphologische Oberfläche. Die letzte Teilaufgabe wird häufig als ‚Realisierung‘ bezeichnet, die vollspezifizierte Merkmalsstrukturen in eine lineare sprachliche Form überführt. Wesentliche Aufgaben der Generierung sind die Wortwahl (McDonald 1991) und die Erzeugung von Kennzeichnungen (Reiter 1990). Im ersten Fall muß für ein Konzept der internen Repräsentation das jeweils passende Lexem ausgewählt werden, z.B. muß bei der Verbalisierung einer finanziellen Transaktion entschieden werden, ob sie besser durch "kaufen" oder "verkaufen" ausgedrückt wird. Im zweiten Fall müssen Entitäten der internen Repräsentation durch geeignete sprachliche Kennzeichnungen beschrieben werden. Was jeweils ‚passend‘ und ‚geeignet‘ ist, hängt im wesentlichen von pragmatischen Kriterien ab, von den Annahmen des Systems über den Kenntnisstand des Benutzers, vom bisherigen Dialogverlauf, oder auch von den Intentionen des Systems (soweit man hiervon bei Software-Systemen sprechen kann). Nicht zu Unrecht wurde für die Generierung gefordert, daß pragmatische Kategorien die eigentlich entscheidenden sind (Hovy 1988), und daß neben der Inhalts- und Formbestimmung eine *Intentionsbestimmung* (why to say something) eine Berechtigung hat, die letztlich erst die anderen beiden Aufgaben steuert. Die Notwendigkeit zu einer pragmatischen Fundierung der Sprachverarbeitung ist aus dem Blickwinkel der Generierung viel deutlicher als bei der Analyse. Einer gegebenen Benutzereingabe eine linguistische Beschreibung zuzuweisen, ist auf vielen Ebenen möglich, die von pragmatischen Aspekten abstrahieren. Bei der Generierung von Sprachäußerungen ist der Einfluß der Redekonstellation kaum zu umgehen.

Obwohl die Forschung auf diesem Gebiet relativ jung ist, haben sich doch schon Modelle herausgebildet, nach denen die Sprachproduktion ablaufen kann. Es sind dies die planbasierten und die schemabasierten Generierungsmethoden. Bei der planbasierten Methodik wird als Grundlage die jeweilige Dialogkonstellation angesehen, die durch ein Diskursziel modifiziert werden soll. Planoperatoren werden eingesetzt, um die beabsichtigte Änderung der Dialogkonstellation herbeizuführen (Appelt 1985). Hier können sprachliche Aspekte mit nichtsprachlichen integriert werden, beispielsweise die mögliche Modifikation der Hörerkenntnisse auf Grund sprachlicher Information. Bei der schemabasierten Generierung wird auf ein Inventar von rhetorischen Schemata zurückgegriffen (Mann/Thompson 1988) und die zu vermittelnden Inhalte werden in diese aufgabenspezifischen Gerüste eingepaßt (McKeown 1985). Hier dominiert also die textuelle Form von Systemäußerungen und ihren Bausteinen. In konkreten Generierungskomponenten wird oft eine Mischform beider Verfahren eingesetzt.

4.6 Dialogphänomene

Zahlreiche der für die Sprachanalyse und -generierung vorgestellten Methoden sind ohne den Einsatz im Rahmen eines Dialogsystems entwickelt worden und eignen sich auch für andere sprachverarbeitende Aufgaben, z.B. für das Information Retrieval und die Maschinelle Übersetzung. Generell kann man sagen, daß, je näher eine Komponente an der sprachlichen Oberfläche orientiert ist, desto unabhängiger ist sie von einer konkreten Aufgabenstellung. Die interne Repräsentation als Darstellungsebene und die Auswertung als Verarbeitungs-komponente sind an dem Modell des jeweiligen Sachbereichs orientiert, wobei sich allerdings verschiedene Sachbereiche ähneln können, wenn sie mit denselben formalen Repräsentationstechniken dargestellt werden. In diesem Abschnitt sollen die wichtigsten Prozesse skizziert werden, die speziell mit Dialogphänomenen verbunden sind.

Im Gegensatz zu Texten eines Sprechers sind viele Dialogbeiträge elliptisch, d.h. sie entsprechen keinen syntaktisch vollständigen Sätzen. Im Rückgriff auf vorherige Äußerungen lassen sich diese Satzfragmente oft zu vollständigen Äußerungen rekonstruieren (Frederking 1988). In Bezug auf ein Dialoggedächtnis können dann auch Regeln angegeben werden, die über eine diskursadäquate Verkürzung der Äußerungen entscheiden, die vom System generiert werden.

Ein wichtiges Element in dialogischer Kommunikation sind die Kennzeichnungen, mit denen die Gesprächspartner auf Entitäten des Diskursbereichs verweisen oder auf solche, die erst im Dialog aufgebaut werden. Im Modell des jeweiligen Weltausschnitts verweisen sie auf Namen von Objekten, über die gesprochen wird. Der Name, z.B. HAUS_037, ist in der Regel ein künstliches Symbol, das – in ähnlicher Weise wie ein Autokennzeichen – lediglich Eindeutigkeit gewährleistet. Die sprachliche Bezugnahme durch Kennzeichnungen erfolgt über die Attribute dieses Symbols oder über Mengen von Symbolen. Im Laufe eines Dialogs werden solche Referenzbeziehungen oft erst etabliert und vom System in entsprechenden

Referenztabellen verwaltet. Diese bilden einen Teil des gemeinsamen Wissens der beteiligten Gesprächspartner ab und tragen damit zur Konsistenz bei. In der Computerlinguistik sind eine Reihe von Verfahren vorgeschlagen worden, die referenzsemantische Bezüge zwischen Kennzeichnungen und Dialogobjekten etablieren (Allen 1995, 429ff). Speziell für den Dialogzusammenhang wurden referenzsemantische Theorien ausgearbeitet, die eine Berechnung zwischen einer Kennzeichnung und ihrem Referenten ermöglichen sollen. Die Diskursrepräsentationstheorie (Kamp/Reyle 1993) wird in vielen Systemen eingesetzt und operiert mit einer formallogischen Semantik. Stärker den pragmatischen Rahmen betont ein Modell, das Bezüge zwischen dem Sprecherfokus, der Intention einer Äußerung und den sprachlichen Ausdrucksmöglichkeiten herstellt (Grosz/Sidner 1986).

Über lokale Phänomene hinaus wurde auch versucht, den Ablauf eines Dialogs durch Regeln darzustellen, ein Ansatz, der unter dem Begriff ‚Dialoggrammatik‘ bekannt geworden ist. Hier wird eine Dialogsorte, z.B. Beratungsdialoge, in Anlehnung an die linguistische Diskursanalyse untersucht, um Regeln angeben zu können, wie auf einen sprachlichen Beitrag reagiert werden kann (Reichman 1985). Im Gegensatz dazu stehen planbasierte Ansätze, die einen Redebeitrag als Element in einer Handlungskette betrachten und insofern eher einer sprechaktororientierten Tradition folgen (Litman/Allen 1990, Cohen 1997).

Sprachliche Äußerungen im Gesprächskontext geben oft nur einen Teil der Bedeutung dessen wieder, was von den Teilnehmern gemeint wird. In der Linguistik ist hierfür der Terminus ‚konversationelle Implikatur‘ geprägt worden (Grice 1975). Insbesondere in der Sprachgenerierung sind für dieses Problem Lösungsansätze entwickelt worden. Es ist jedoch noch keine Theorie in Sicht, die einen prinzipiellen und expliziten Ansatz zwischen dem direkt geäußerten und den ‚mitgemeinten‘ (und zwischen Menschen auch mitverstandenen) Sachverhalten anbietet. Dies ist allerdings auch in der Linguistik nicht der Fall.

Menschliche Dialogpartner stellen sich aufeinander ein, erarbeiten im Dialog ein gemeinsames Verständnis des jeweiligen Themas, und orientieren daran ihre Dialogbeiträge. Dies geschieht oft über gestische, mimische und prosodische Faktoren, die in der Interaktion mit dem Computer zumeist nicht gegeben sind. Trotzdem sind Annahmen über den Gesprächspartner ein wesentliches Element der natürlichsprachlichen Interaktion, und man versucht diese auch für den Dialog mit Computersystemen zu nutzen (Wahlster/Kobsa 1989). Eine Methode besteht darin, den aktuellen Benutzer in eine Stereotypenklasse einzuordnen, die ihn beispielsweise als Experte oder als Laie in dem jeweiligen Sachgebiet kennzeichnet (Chin 1989). Eine solche Ersteinschätzung kann dann im Laufe des Dialogs revidiert werden (Rich 1975, 1989) und so zu einem dynamischen Benutzermodell ausgebaut werden. Auch in diesem Bereich sind die Probleme größer als die tragfähigen Lösungen, so daß noch viel interdisziplinäre Forschungsarbeit vonnöten ist.

5. Zukunftsperspektive

Es ist schwer zu sagen, welche Perspektiven sich im praktischen Einsatz für natürlichsprachliche Dialogsysteme ergeben werden. Einerseits steht die Forschung vor einem Berg von ungelösten Problemen, der allerdings zu einem guten Teil auch aus den fehlenden Grundlagen herrührt, für die sich keine der etablierten Wissenschaften zuständig fühlt. Interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Linguisten, Psychologen, Kognitionswissenschaftlern, Philosophen und Informatikern mag dies überwinden. Andererseits nimmt das Eindringen der Computertechnologie in wirtschaftliche, öffentliche und private Bereiche eine immer größer werdende Bedeutung ein. Eine Anpassung an menschliche Kommunikationsformen in der Interaktion mit Computern ist in den letzten Jahrzehnten erfolgt und sie wird sich fortsetzen. Hierfür ist oft die menschliche Interaktion das Muster. Auch kommerzielle Softwaresysteme gehen immer stärker in die Richtung von Benutzeradaptivität und personalisierter Interaktion.

Zwei Entwicklungen in der Informationstechnologie sind heute beobachtbar, die in der Zukunft noch stärker auf die Interaktion zwischen Benutzern und Computern Einfluß nehmen werden. Zum einen ist dies die Multimedia Technologie, in der natürlichsprachliche Elemente in geschriebener und gesprochener Form eine wichtige Rolle spielen (für einige Beispiele vgl. Maybury 1993). Zum anderen ist es die steigende Bedeutung des Internet, das zu einem großen Anteil sprachliche Informationen in geschriebener Form bereitstellt. Bei der gezielten Suche nach Information konfrontieren die herkömmlichen, schlüsselwortbasierten Suchmaschinen den Benutzer mit einer Unzahl von Verweisen. Hier ist der Einsatz linguistischer Analysen und interaktiver Dialoggestaltung ein aussichtsreicher Weg, um den Benutzern den Umgang mit dieser virtuellen Vielfalt zu erleichtern (Katz 1997).

6. Literatur

Allen, James (1994): *Natural Language Understanding*. 2. Aufl. Redwood City.

Allgayer, Jörg/Harbusch, Karin/Kobsa, Alfred/Reddig, Carola/Reithinger, Norbert/Schmauks, Dagmar (1989): XTRA: A Natural-Language Access System to Expert Systems. In: *International Journal of Man-Machine Studies* 31, 161-195.

Appelt, Douglas (1985): *Planning English Sentences*. Cambridge.

Busemann, Stephan/Novak, Hans-Joachim (1993): Generierung natürlicher Sprache. In: Görz, Günther (ed.): *Einführung in die künstliche Intelligenz*. Bonn, 499-558.

Chin, David (1989): KNOME: Modeling What the User Knows in UC. In: Kobsa, Alfred/Wahlster, Wolfgang (eds.): *User Models in Dialog Systems*. Berlin, 74-107.

Cohen, Phil (1997): Dialogue Modeling. In: Cole, Ronald (ed.): *Survey of the State of the Art in Human Language Technology*. Cambridge, 204-210.

Fellbaum, Klaus (1992): Anwendungsaspekte der sprachlichen Mensch-Maschine-Kommunikation. In: Mangold, Helmut (ed.): Sprachliche Mensch-Maschine-Kommunikation. München, 153-166.

Frederking Robert (1988): Integrated Natural Language Dialog. A Computational Model. Boston.

Görz, Günther, Habel, Christopher, v.Hahn, Walther, Pinkal, Manfred (1990): Computerlinguistik als Studienfach. In: Informatik-Spektrum 13(5), 276-279.

Grice, H. Paul (1975): Logic and Conversation. In: Cole, Peter/Morgan, John (eds.): Syntax and Semantics. Vol. 3: Speech Acts. New York, 41-58.

Grosz, Barbara/Sidner, Candace (1986): Attention, Intention, and the Structure of Discourse. In: Computational Linguistics 12(3), 175-204.

Herrmann, Theo/Grabowski, Joachim (1994): Sprechen: Psychologie der Sprachproduktion. Heidelberg.

Herrmann, Thomas (1986): Zur Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion: Systemerkärung als kommunikatives Problem. Tübingen.

Hoeppner, Wolfgang/Morik, Katharina/Marburger, Heinz (1986: Talking it Over; The Natural Language Dialog System HAM-ANS. In: Bolc, Leonard/Jarke, Matthias (eds.): Cooperative Interfaces to Information Systems. Berlin, 189-258.

Hovy, Eduard (1988): Generating Natural Language under Pragmatic Constraints. Hillsdale.

Kamp, Hans/Reyle, Uwe (1993): From Discourse to Logic. Dordrecht.

Katz, Boris (1997): From Sentence Processing to Information Access on the World Wide Web. In: Natural Language Processing for the World Wide Web. Menlo Park, 77-83.

Krambrich, Volker (1988): Natürlichsprachliche Mensch-Maschine-Kommunikation. Ammersbeck.

Lenders, Winfried/Willée, Gerd (1998): Linguistische Datenverarbeitung. Opladen.

Lenke, Nils/Lutz, Hans-Dieter/Sprenger, Michael (1995): Grundlagen sprachlicher Kommunikation. München.

Levelt, Willem (1989): Speaking: From Intention to Articulation. Cambridge.

Litman, Diane/Allen, James (1990): Discourse Processing and Commonsense Plans. In: Cohen, Phil/Morgan, Ronald/Pollack, Martha (eds.): Intentions in Communication. Cambridge, 365-388.

- Mann, William (1982): Text Generation. In: American Journal of Computational Linguistics 8 (2), 62-69.
- Mann, William/Thompson, Sandra (1988): Rhetorical Structure Theory: Toward a Functional Theory of Text Organization. In: Text 8(3), 243-281.
- Maybury, Mark T. (ed.) (1993): Intelligent Multimedia Interfaces. Menlo Park.
- McDonald, David (1990): Natural-Language Generation. In: Shapiro, Stuart (ed.): Encyclopedia of Artificial Intelligence. New York, 642-655.
- McDonald, David (1991): On the Place of Words in the Generation Process. In: Paris, Cecile/Swartout, William/Mann, William (eds.): Natural Language Generation in Artificial Intelligence and Computational Linguistics. Dordrecht, 227-248.
- McKeown, Kathleen (1985): Text Generation: Using Discourse Strategies and Focus Constraints to Generate Natural Language Text. Cambridge.
- Pereira, Fernando (1997): Sentence Modeling and Parsing. In: Cole, Ronald (ed.): Survey of the State of the Art in Human Language Technology. Cambridge, 111-121.
- Reichman, Rachel (1985): Getting Computers to Talk like you and me: Discourse Context, Focus, and Semantics. Cambridge.
- Reiter, Ehud (1990): Generating Descriptions that Exploit a User's Domain Knowledge. In: Dale, Robert/Mellish, Chris/Zock, Michael (eds.): Current Research in Natural Language Generation. London, 257-285.
- Rich, Elaine (1979): User Modeling Via Stereotypes. In: Cognitive Science 3, 329-354.
- Rich, Elaine (1989): Stereotypes and User Modeling. In: Kobsa, Alfred/Wahlster, Wolfgang (eds.): User Models in Dialog Systems. Berlin, 35-51.
- Searle, John (1980): Minds, Brains, and Programs. In: Behavioral and Brain Sciences 3, 417-424.
- Sproat, Richard (1992): Morphology and Computation. Cambridge.
- Stefik, Mark (1995): Introduction to Knowledge Systems. San Francisco.
- Turing, Alan (1950): Computing Machinery and Intelligence. In: Mind 59, 433-460.
- Ungeheuer, Gerold (1987): Kommunikationstheoretische Schriften I: Sprechen, Mitteilen, Verstehen. Aachen.
- Wahlster, Wolfgang (1993): Verbmobil, Translation of Face-to-Face Dialogs. In: Proceedings of the Fourth Machine Translation Summit, Kobe, 127-135.

Wahlster, Wolfgang/Kobsa, Alfred: User Models in Dialog Systems. In: Kobsa, Alfred/Wahlster, Wolfgang (eds.): User Models in Dialog Systems. Berlin, 4-34.