Kapitel 2

Zweitsprachenerwerb, Fehleranalyse in CALL-Systemen und Repräsentation von Wissen in der KI

Da es sich in dieser Arbeit um den L1-L2-Vergleich von räumlichen Ausdrücken in Hinblick auf ihre Verwendung in CALL-Systemen handelt, werden in diesem Kapitel die Anforderungen an ein CALL-System, mit dem das räumliche Begriffsinventar natürlicher Sprachen erlernt werden soll, präzisiert. Die Schlußfolgerungen für die Anforderungen an das CALL-System können nicht ohne ausreichendes Hintergrundwissen über den Zweitsprachenerwerb gezogen werden. Es werden daher Theorien zum Zweitsprachenerwerb aufgeführt, wobei die Bedeutung der Fehler im Spracherwerb erklärt wird. Weiterhin wird die Fehleranalyse in CALL-Systeme vorgestellt. Anschließend wird die Repräsentation von Wissen in der KI gegeben, wobei Sprachverarbeitungs- und Sprachlehrsysteme vorgestellt werden, in denen die Semantik räumlichen Wissens bildhaft repräsentiert wird.

2.1. Linguistische Theorien zum Zweitsprachenerwerb

Untersuchungen zum Zweitsprachenerwerb versuchen Antworten auf Fragen wie z.B. „was wird gelernt?“, „Welche Aufgaben ergeben sich im Erwerbsprozeß?“, „Welche Faktoren steuern den Lernfortschritt?“, etc.. Für den Zweitsprachenerwerb ist es deshalb notwendig, einen geeigneten Ansatz zu definieren. Der konzeptorientierte Ansatz (siehe den Abschnitt 2.1.6) erfüllt meines Erachtens viele Voraussetzungen und bildet deshalb u.a. den Ausgangspunkt für diese Arbeit. Eine konzeptorientierte Analyse ermöglicht Einblicke in den Zusammenhang zwischen semantischen, konzeptuellen und funktionalen Kategorien und deren spezifische Rollen bei der Motivation sprachlicher Weiterentwicklung.

Insgesamt gesehen hat die Zweitsprachenerwerbsforschung in den letzten 30 Jahren ein beachtliches Ausmaß angenommen. Im Rahmen dieser Arbeit ist es jedoch nicht möglich, eine umfassende Darstellung dieser Theorien vorzunehmen. Exemplarisch sollen hier nur

einige wichtige Fragestellungen und Ansätze in der Zweitsprachenerwerbsforschung vorgestellt werden.

2.1.1. Der Interlanguage[1]-Ansatz

Die Zweitsprachenerwerbsforschung wird besonders durch die Interimsprachentheorie bestimmt. Dieser Ansatz entstand in Anlehnung an die Untersuchungen von [Corder 1967], [Nemser 1971] und [Selinker 1972]. Selinker [Selinker 1969,1972] spricht bei der Interimsprache von einer Art sprachlichen Zwischensystem, das der Lerner beim Erwerb der Zweitsprache entwickelt. Der Ansatz betrachtet die Interimsprachen als eigenständige Sprachsysteme mit ihren eigenen Gesetzmäßigkeiten; demnach sind sie keine Teilmengen der Ausgangs- oder der Zielsprache.
Der Lerner bildet ein spezifisches Sprachsystem (Interimsprache) heraus, das Züge von Grund- und Zweitsprache sowie eigenständige, von Grund- und Zweitsprache unabhängige sprachliche Merkmale aufweist (vgl. [Bausch/Kasper 1979:15]). Hier liegen kreative sprachliche Prozesse zugrunde. Je weiter der L2-Erwerb fortschreitet, desto mehr nähert sich die Interimsprache der Zielsprache an. Der L2-Erwerb wird als eine Reihe von Übergängen von einer Interimsprache zur nächsten angesehen, in den günstigsten Fällen gleicht sich dabei die Interimsprache dem System der Zielsprache an (vgl. [Klein 1984]).
Die Interimsprachentheorie geht also davon aus, daß der Zweitsprachenlerner die Interimsprache weiterentwickelt und die Interimsprache daher mehr und mehr gegen die Zielsprache konvergiert. Selinker hält es für möglich, daß die beiden Sprachen zu irgendeinem Zeitpunkt äquivalent sind.
Der Lernprozeß wird hinsichtlich des Zweitsprachenerwerbs als dynamisch und systemhaft aufgefaßt. Desweiteren geht man davon aus, daß dieser Ansatz auch nicht der Tatsache widerspricht, daß es inter- und intraindividuelle Variationen bei den Zweitsprachenerwerbsprozessen gibt, sofern nur die sprachlichen Konstanten innerhalb eines Lernersystems oder die Gemeinsamkeiten zwischen mehreren zu vergleichenden Lernersystemen eindeutig als dominant belegt werden können (vgl. [Knapp-Potthoff/ Knapp 1982: 55ff]). Selinker stellt die Interimsprache als Produkt von fünf zentralen kognitiven Prozessen dar:

- **Sprachtransfer:** Der Sprachtransfer wird als psycholinguistischer Prozeß angesehen, er ist "eine potentiell bewußte kreative Aktualisierung vorhandenen Wissens" [Kasper 1981:349]. Der Sprachtransfer bezeichnet den störenden Einfluß der Erst- auf die Zweitsprache. Als typischer Sprachtransfer ist die Ähnlichkeit zwischen Elementen der L1 und der L2, die auf der graphemisch-phonemischen oder

[1] In der deutschen Literatur finden sich auch die Bezeichnungen *Interimsprache* [Bausch/Raabe 1978] und

auf der semantischen Ebene liegen kann. Weitere Ausführungen zum Sprachtransfer finden sich im Abschnitt 2.1.7.

- **Transfer des Trainings:** Unter Transfer des Trainings versteht Selinker etwas, das auch als "induced errors" bekannt ist (vgl. [Stenson 1978]; [Felix 1981]): Fehler, die a) auf den Lehrplan; b) auf ungeeignete Lehrmaterialien, oder c) auf Unzulänglichkeiten des Lehrers (z.B. mangelhafte Ausbildung, Übersimplifizierung von Regeln, unzureichende Abgrenzung sogenannter Synonyme) zurückzuführen sind.

- **Strategien des Zweitsprachenlernens**: Unter Strategien des Zweitsprachenlernens versteht man kognitive Regelbildungsprozesse, durch die der Lerner ausgehend von den Sprachdaten, denen er ausgesetzt ist, das zweitsprachliche System zu rekonstruieren versucht. Er bildet Hypothesen über dieses System, die er anhand der einlaufenden Daten überprüft und gegebenenfalls aufgibt oder modifiziert (vgl. [Fervers 1983:64]).

- **Strategien der Zweitsprachenkommunikation:** Im Unterschied zu den Lernstrategien, die langfristig angelegt sind und zur Weiterentwicklung der Sprachkompetenz dienen, werden Kommunikationssstrategien als situationsspezifische 'Reparaturmechanismen' bewußt eingesetzt und lassen sich an den sogenannten "hesitation phenomena" erkennen (vgl. [Faerch/Kasper 1983:214]). Leider sind diese "hesitation phenomena" natürlich nur bei mündlicher Sprachproduktion erkennbar, im Schriftlichen läßt sich nur in den seltensten Fällen nachweisen, daß dem Lerner die Begrenztheit seiner sprachlichen Mittel bewußt war und er deshalb gezielt zu einer Kommunikationsstrategie griff.

- **Übergeneralisierung:** Übergeneralisierung bedeutet, daß der Lerner sprachliche Gesetzmäßigkeiten, die er erkannt hat (oder auch nur zu erkennen glaubt), auf Bereiche ausweitet, in denen sie keine Gültigkeit haben. Intralinguale Fehler treten also auf, wo der Lerner auf zielsprachliche Strukturen zurückgreift und mittels der Generierung sprachlicher Regeln der Zielsprache versucht, sein lernersprachliches Problem zu lösen; es kommt also zu einer L2-Interferenz (z.B. der Lerner versteht ein Verb wie übernachten als sogenanntes trennbares Verb und bildet das Partizip Perfekt übergenachtet, er generalisiert also die Regelhaftigkeit der Konjugation trennbarer Verben so, als sei sie auf alle zusammengesetzten Verben des Deutschen anwendbar).

Lernersprache [Hecht/Green 1988].

2.1.2. Die "critical period"-Hypothese

Im Unterschied zum Interlanguage-Ansatz vernachlässigt dieser Ansatz die psychologischen und sozialen Einflußfaktoren. Diese Hypothese besagt, daß der L2-Lerner ab dem 12./13. Lebensjahr weniger erfolgreich ist als vor dieser Alterstufe, d.h. die L2-Erwerbsfähigkeit ist altersspezifisch determiniert. Diese Hypothese geht besonders auf Überlegungen von [Lenneberg 1967] zurück, der dabei zunächst die allgemeine Spracherwerbsfähigkeit untersuchte. "The termination of the critical period for language acquisition seems to be related to a loss of adaptability and inability for re-organization in the brain, particular with respect to the topographical extent of neuro-physiological processes... The limitations in man may well be connected with the particular phenomenon of cerebral lateralisation of functions, which only becomes irreversible after cerebral growth phenomena have come to a conclusion" [Lenneberg 1967:179].
Die Hypothese ist biologisch begründet und sieht gehirnphysiologische Veränderungsprozesse als wesentliche Steuerungsmechanismen für den menschlichen Spracherwerb an. Danach sind bei Erwachsenen größere Schwierigkeiten beim Erlernen einer Fremdsprache zu erwarten. Bislang fehlen Beweise dafür, daß allein biologische Prozesse der Grund für besondere L2-Erwerbsprobleme Erwachsener sind. Dennoch hat Lenneberg mit seiner Hypothese die Frage nach möglichen Unterschieden zwischen Kindern und Erwachsenen beim L2-Erwerb in die Forschung hineingetragen. Erwähnt sei, daß Fathmann sich um eine empirische Überprüfung der Hypothese bemühte und dabei zu dem Ergebnis kam, daß ältere Kinder im allgemeinen schneller lernen als jüngere, Erwachsene dagegen langsamer als die älteren Kinder [Fathmann 1975]. Bisher zeigt sich, daß sich Kinder im Gegensatz zu Erwachsenen fast immer beim Erwerb der phonologischen Eigenschaften einer Zweitsprache leichter tun (vgl. [Knapp-Potthoff/Knapp 1982]).

2.1.3. Der universalistische Ansatz

Im Unterschied zum Interlanguage-Ansatz vernachlässigt dieser Ansatz die L1-Transfer. In diesem Ansatz folgt die Analyse nur linguistischen und struktur- bzw. sprachsysteminternen Kriterien. Außersprachliche Einflußfaktoren haben keine Bedeutung. Vom Ansatz her ein durchaus konsequentes Vorgehen, denn es geht hier um biogenetisch "innerlich" festgelegte, von Umweltfaktoren unabhängige Erwerbsmechanismen. Ebenso liegen Persönlichkeitsvariablen außerhalb des Untersuchungsfeldes bei dieser universalistischen Sprachtheorie, denn alle Lerner einer Zielsprache weisen dieselben Strukturen in den jeweiligen Entwicklungsstadien auf.

Im Rahmen dieses Ansatzes wird davon ausgegangen, daß der Spracherwerb in den verschiedenen Strukturbereichen einer festen, universal gültigen Erwerbsreihenfolge unterliegt. Dabei wird vorausgesetzt, daß es eine Erwerbssystematik gibt und daß ihr 'wie' im einzelnen bestimmbar sei und für alle Lerner einer vorgegebenen Zielsprache verbindlich ist. Die Lerner durchlaufen demnach bestimmte Stadien, und diesen Stadien können feste, unveränderliche Strukturmerkmale zugeordnet werden.

Diesem Ansatz zufolge werden bestimmte Strukturmerkmale eines zu erlernenden Sprachsystems in jedem Falle vor anderen Merkmalen desselben Systems erworben. Überlegungen dazu von [Chomsky 1959] hinsichtlich der Existenz solcher Spracherwerbs-universalien in Abhängigkeit von entwicklungspsychologischen bzw. biogenetisch-mentalen Prozessen bildeten die Voraussetzung für entsprechende Präzisierungen im Rahmen einer universalistisch ausgerichteten Spracherwerbsforschung. In der deutschen L2-Erwerbsforschung sind insbesondere [Felix 1982] und [Wode 1981] dem universalistischen Ansatz zuzuordnen. Felix nimmt an, daß der Spracherwerb uneingeschränkt auf der Ebene formaler Strukturen zu erklären ist. "Diese formalen Prinzipien, d.h. der Systemcharakter von Sprache, werden nicht durch Kategorien des menschlichen Denkens oder Erkenntnis motiviert, sondern sie stellen ein eigenständiges und unabhängiges Phänomen sui generis dar" [Felix 1982: 93].

Es ist auffallend, daß die Untersuchungen von Felix und Wode auf den syntaktischen und morphologischen Bereich beschränkt bleiben. Besondere Aufmerksamkeit schenken die beiden Forscher dem Erwerb der Negation und der Interrogation.

Die Auswahl einiger typologisch ähnlichen Sprachen führte jedoch zu falschen Hypothesen über strukturelle Universalia. Dies ist ein wesentlicher Einwand, der gegen die von Felix als universell behauptete Erwerbssequenz vorgebracht werden muß (vgl. von [Stutterheim 1986:11]). Bei der Analyse von Sprecherdaten typologisch verschiedener Sprachen lassen sich die "Universalien" nicht bestätigen. Felix sieht für sein Erklärungsmodell darin kein Problem. Er trennt die Phänomene in "geordnete" und "variierende" und grenzt die variierende Strukturen als irrelevant für den Entwicklungsverlauf aus.

Trotz Kritik an diesem Ansatz sollte er nicht unbeachtet bleiben. In der Spracherwerbsforschung ist auf jeden Fall anerkannt, daß es eine Erwerbssystematik gibt.

Wichtige lernertypische Verarbeitungsmechanismen und Hypothesen sprechen dafür, die sich ein Lerner über Strukturen und besonders auch Regeln einer Zielvarietät bildet. Hinzu kommt, daß sich die Annahme von erwerbssystematischen Sprachlernprozessen als dienlich für Überlegungen erweist, die im Zusammenhang mit der Progression im Fremdsprachenunterricht stehen. Sicher hat der Ansatz in der Erst- als auch in der Zweitsprachenerwerbsforschung seinen Platz.

2.1.4. Die Identitätshypothese

Die Vertreter dieser Hypothese (u.a. [Dulay/Burt 1974a/b, 1975] und [Erwin/Tripp 1974]) gründeten ihr Konzept der Identitätshypothese auf Chomskys Theorie der Universalgrammatik, wonach der Mensch mit einem angeborenen Spracherwerbs- und Verarbeitungsmuster ausgestattet ist, das ihn abstrakte Grundprinzipien über das Funktionieren von Sprache im allgemeinen erkennen läßt und das beim Erlernen aller Sprachen (nicht nur Muttersprache) gleichermaßen wirksam ist.
Die Identitätshypothese geht davon aus, daß die Prozesse des Zweitsprachenerwerbs mit denen des Erstsprachenerwerbs identisch sind. Ein L2-Lerner durchläuft demnach dieselben Entwicklungsstadien wie ein Kind, das dieselbe Sprache als L1 erwirbt. In beiden Fällen aktiviert der Lerner angeborene mentale Prozesse, die bewirken, daß die zweitsprachlichen Regeln und Elemente in der gleichen Abfolge erworben werden wie die grundsprachlichen [Bausch/Kasper 1979: 9].
Dulay/Burt unternahmen theoretische Überlegungen zu Spracherwerbsuniversalien, die sie zu ihrer Hypothesenbildung führen. Erwin/Tripp kamen auf empirischem Wege zu derselben Annahme. Dabei wurde der ungesteuerte (natürliche) Erwerb des Französischen durch amerikanische Kinder untersucht, die im Alter zwischen 4 und 9 Jahren waren. Es zeigten sich bereits Sonderentwicklungen und Fehler als Transfer aus L1 (Englisch), die bei Französisch L1-Lernern in dieser Art nicht existieren. Daneben gab es aber auch übereinstimmende Erwerbsphänomene. Die Hypothese mußte in ihrer Gültigkeit jedoch eingeschränkt werden.
Es folgten weitere Untersuchungen, die neben dem Morphemerwerb vor allem den Syntaxerwerb zu ihrem Hauptgegenstand machten. Die Datenbasis wurde somit verbreitert. Die Ergebnisse hatten aber eine Abschwächung der Hypothese zur Folge, auch im syntaktischen Strukturbereich. Damit gilt auch zu beachten, daß im L1-Erwerb die kognitive und konzeptuelle Entwicklung mit der Sprachentwicklung einhergeht, wohingegen im Falle des ungesteuerten wie gesteuerten L2-Erwerb, aufgrund der kognitiven Entwicklung des Lerners, sowie im Zuge eines L1-Vorwissen, keine entsprechende Parallelentwicklung stattfindet. Der L2-Lerner hat schon wesentliche Voraussetzungen, die dem L1-Lerner noch fehlen. Die Identitätshypothese trifft zwar in Teilbereichen zu, aber letztendlich ist sie in ihrer Formulierung zu pauschal. Beispielsweise sie läßt die unterschiedlichen Lernalter beim L1- bzw. L2-Erwerb (und damit die unterschiedliche kognitive Entwicklung) außer acht. Sie geht von präpubertären Lernen aus (vgl. [Dulay/Burt 1974a/b]). Sie ist nur als ein Erklärungsansatz unter anderen zu beachten.

2.1.5. Der funktionale Ansatz

Im Unterschied zum universalistischen Ansatz, der am morphologischen und syntaktischen Strukturbereich orientiert ist, bemühen sich Untersuchungen zum funktionalen Ansatz, semantische und pragmatische Aspekte in ihrer Analyse mit zu berücksichtigen.
Die Vertreter dieses Ansatzes gehen davon aus, "daß die Lernersprache dadurch charakterisiert ist, daß mit ihrer Hilfe komplexe Bedeutungsstrukturen im Diskurs und im Interaktionsprozeß zwischen den Gesprächspartnern repräsentiert werden, wobei der Lerner bestimmte Kommunikationsstrategien anwendet, um so die Diskrepanz zwischen verbaler Intention und seinen verfügbaren zielsprachlichen Ausdrucksmöglichkeiten zu kompensieren. Dementsprechend sind sprachliche Formen in bezug auf ihre pragmatischen und inhaltlichen Funktionen zu analysieren" [Kuhberg 1987:30].

Der pragmatische Aspekt betrifft Faktoren, die für den Gebrauch der Sprache in der konkreten Kommunikationssituation von Bedeutung sind (vgl. von [Stutterheim 1986: 18]).
Auch die Einbeziehung sozialpsychologischer Faktoren kennzeichnet diesen Ansatz. Im Mittelpunkt der funktionalen Betrachtungsweise steht immer wieder der Begriff der "Kommunikationstrategien". Danach werden Spracherwerbsphänomene als Resultat bestimmter Kommunikationsstrategien erklärt (vgl. dazu [Clahsen/Meisel/Pienemann 1983: 178ff]).
Verschiedene Autoren haben dabei im wesentlichen drei Strategien der erwähnten Art herausgearbeitet:

1. Transferstrategie (Rückgriff auf die L1)
2. Vereinfachungsstrategie ("simplification")
3. Vermeidungsstrategie ("topic avoidance") (Kuhberg: 30).

Empirische Analysen weisen ihre Existenz in Lernersprachen nach (vgl. dazu u.a. [Dittmar/Thielicke 1978], [Meisel 1980] und [Tanone 1981]).
In einigen Studien zum Zweitsprachenerwerb Erwachsener wird die Hypothese aufgestellt, daß der Erwerbsverlauf und der Lernerfolg von sozialen und psychologischen Faktoren abhängig sei. Die Ergebnisse zeigen, daß der L2-Erwerb durch Faktoren wie "psychologisch" "psychological distance and social" (vgl. [Krollpfeiffer 1996]) beeinflußt wird. Eine Korrelation zwischen sprachlichen Strukturen und sozialpsychologischen Faktoren kann jedoch nicht nachgewiesen werden, da zwischen soziopsychologischen Faktoren und Spracherwerbsprozessen nur ein vermittelter Zusammenhang besteht. Auch im Heidelberger Forschungsprojekt werden verschiedene Sprachbeherschungsniveaus mit Sozialfaktoren korreliert. Es zeigt sich, daß die Faktoren "Alter bei der Einreise", "Kontakt

in der Freizeit", "Kontakt mit Deutschen", und "Ausbildung in der Heimat" den größten Einfluß auf den Erwerbsprozeß besitzen.
Auch der Input als bedeutsamer Einflußfaktor für die sprachliche Entwicklung der Lerner konnte mit dem funktionalen Ansatz verstärkt in den Vordergrund der L2-Erwerbsforschung rücken. Dabei wurde eine "vereinfachte" Anwendung der Zielsprache durch Standardsprecher gegenüber Ausländern versucht, wie sie bereits unter dem Terminus "foreigner talk" behandelt wurde (vgl. insbes. [Meisel 1980]).
So ist es möglich, daß der Erwerbsprozeß in besonderer, vom universalistischen Ansatz nicht erwarteter Weise verlaufen kann, da Besonderheiten des an den Lerner herangetragenen Inputmaterials seinen L2-Erwerb auch auf besondere Weise steuern. Die Berücksichtigung des Inputs als einen der erwerbssteuernden Faktoren ist eine weitere Leistung der funktionalen Betrachtungsweise und wurde am stärksten im Zusammenhang mit dem sog. "Gastarbeiterdeutsch" erörtert.
Unterstützung bekam der funktionale Ansatz durch empirische Nachweise aus der amerikanischen L2-Erwerbsforschung. In den USA fand man bei Lernern (mit Englisch als L2) des öfteren ganze Ausdruckskomplexe in den Spracherwerbsdaten. Auffallend war, daß sie gemessen am Beherrschungsniveau der Zweitsprachenlerner nicht entsprechend geprüft sein konnten und daß sie außerdem an bestimmte situative Kontexte gebunden waren (vgl. [Kuhberg 1987:31]).
Die Autoren, die diese Lernerdaten ermittelt hatten, sprachen von "ready-made utterances", von "prefabricated patterns" oder auch von "memorized chunks", und damit der Spezifik dieser Spracherwerbsphänomene gerecht zu werden (vgl. [Hakuta 1974] und [Hatch 1978]).

2.1.6. Der konzeptorientierte Ansatz

Der konzeptorientierte Ansatz kommt aus der Erstsprachenerwerbsforschung. Geprägt wurde er vor allem von [Cromer 1968], [Slobin 1973], [Miller/Johnson-Laird 1976] und [Clark 1983]. Der Ansatz geht von der Hypothese aus, daß konzeptuelle Repräsentationen für den Verlauf des L2-Erwerbs und die besonderen Formen des L2-Gebrauchs von entscheidender Bedeutung sind. Dieses Erklärungsmodell ist eine Weiterentwicklung des funktionalen Ansatzes. Funktional ist er, da sprachliche Formen als Ausdruckssysteme bestimmter Inhalte verstanden und anhand konzeptueller Kategorien systematisiert werden.

Diesem Erklärungsmuster folgend steuern allgemeine kognitive Wahrnehmungsmuster den Spracherwerb (vgl. [Krollpfeiffer 1996]). Konkret sieht das so aus, daß der Mensch während seiner kognitiven Entwicklung bestimmte grammatische Konzepte ausbildet. Die Ausprägung dieser Konzepte, über die ein erwachsener Sprecher verfügt, werden im Verlauf des Erstsprachenerwerbs festgelegt. Durch die Muttersprache, in diesem Fall Französisch,

werden für den Sprecher bestimmte begriffliche Kategorien in den Vordergrund von Konzeptualisierungsvorgängen gebracht. Die mit der Erstsprache erworbene spezifische Form der Konzeptualisierung geht als eine wesentliche Konstituente in den Zweitsprachenerwerb des Erwachsenen ein.

Der Zweitsprachenerwerb Erwachsener ist also vorrangig der Erwerb neuer Formen für bereits vorhandene Inhalte. Demnach vollzieht sich der Spracherwerb primär in Konzepten. Diese Konzepte sind der entscheidende Steuerungsmechanismus im Sprachlernprozeß. Wichtig ist weiterhin, daß die konzeptuellen Ausdrucksformen in ihren Verwendungsweisen im Diskurs analysiert werden. Damit gewinnt die pragmatische Komponente an Bedeutung.
Nach [Krollpfeiffer 1996] bietet diese Ansatz zwei Vorteile: Erstens werden semantische und pragmatische Komponenten in die L2-Erwerbsforschung miteinbezogen. Zweitens lassen sich anhand eines Konzeptbereiches die verschiedenen Ausdruckssysteme (lexikalisch, grammatisch, pragmatisch) integrativ und in ihrer funktionalen Verteilung im Rahmen einer Interimsprache zu einem bestimmten Zeitpunkt sowie in ihrer Funktionsverschiebung im Ersterwerbsprozeß beschreiben. Für die Darstellung kann der Lerner diese Mittel auf verschiedene Weise kombinieren, und das bedeutet, daß abhängig vom Kontext dieselben Funktionen formal unterschiedlich dargestellt werden.

Die Untersuchungen der Lernersprachen anhand konzeptueller Kategorien erfaßt diese Interaktion verschiedener Ausdruckformen. Über die einzelnen Wortarten und linguistischen Beschreibungen hinaus kann der L2-Erwerb als Veränderung des lernersprachlichen Gesamtsystems erfaßt werden (vgl. [Kuhberg 1987: 24]).

Mit dem konzeptorientierten Ansatz wird versucht, die Situation des Lerners nachzuvollziehen, um so Einsicht über Erwerbsverlauf und Organisation sprachlicher Ausdrucksformen und deren Zusammenhang mit den ihnen vorausgesetzten konzeptuellen Strukturen zu gewinnen.

Der konzeptorientierte Ansatz wird von dem Interlanguage und dem funktionalen Ansatz unterstützt. Bei dieser Form des Zweitsprachenerwerbs und -gebrauchs spielen die konzeptuellen Strukturen eine zentrale Rolle. Die Auswahl der Präpositionen eignet sich gut, denn die zwei Sprachen, um die es in der Arbeit geht, das Französische und das Deutsche unterscheiden sich in den strukturellen Merkmalen.

2.1.7. Die Bedeutung der Fehler im Spracherwerb

Obwohl der Fehler beim Spracherwerb so alt ist wie der Spracherwerb selbst, hat er in der wissenschaftlichen Literatur doch erst erstaunlich spät Beachtung gefunden. Erst mit dem Behaviorismus [Bloomfield 1933, Fries 1945] und der daraus resultierenden Hypothese der kontrastiven Analyse rückte der Fehler in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit. Man glaubte, auf Grund eines L1-L2-Vergleiches Fehler voraussagen und dadurch schließlich auch vermeiden zu können. Die kontrastive Analyse versuchte, letztlich alle Fehler auf L1-Transfer zurückzuführen. Die Unerfüllbarkeit dieses Anspruchs führte dann auch dazu, daß man die kontrastive Analyse wieder verwarf (vgl. [Schloter 1992]). Laut behavioristischen Lerntheorien ist die Prognose wichtiger als die Identifizierung der Fehler. Viele Sprachwissenschaftler betrachten die Fehler als eine mangelhafte Version der Fremdsprache. Die Hypothese der kontrastiven Analyse verstärkt diese Ansicht mit dem "Interferenzen"-Begriff: das Bestehen von Gewohnheiten, die verhindern, korrekte und passende Ausdrücke festzustellen; die Fehler sind ein Zeichen für den Mißerfolg des Lernens und daher werden sie nicht toleriert (vgl. [Chanier 1992]).

Nachdem unter anderem [Chomsky 1959] die Schwächen der kontrastiven Analyse aufgezeigt und seine Theorie der generativen Transformationsgrammatik begründet hatte, die auch die Annahme von der Universalsprache (language universals) implizierte ([Chomsky 1957, 1959], [Lenneberg 1967]), wurde nun der Fehler in einem neuen Licht gesehen. Wesentlich war jetzt vor allem die Erkenntnis, daß Kinder beim Erwerb ihrer Muttersprache Fehler machen. Man versuchte nun, durch Erforschung des Erstsprachenerwerbsprozesses gleichzeitig Einblicke in den Zweitsprachenerwerbprozeß zu gewinnen, und man ging dabei soweit, Erst- und Zweitsprachenerwerb als absolut identisch anzusehen (die Identitäts-hypothese: [Corder 1967], [Dulay/Burt 1974a/b]). Die Identität der Erwerbsprozesse implizierte somit eine Identität bei der Fehlerqualität, d.h., alle Fehler konnten nur aus der gerade zu erlernenden Sprache selbst resultieren.

Die zwischen den beiden genannten Extrempositionen z.T. sehr kontrovers geführte Diskussion der 60er-Jahre mündete schließlich in der Interimsprachentheorie [Selinker 1972], die den fremdsprachlichen Kenntnisstand eines Zweitsprachenlerners als ein eigenes, zwar instabiles aber in sich konsistentes System betrachtete und im Fehler das ideale Mittel sah, Erkenntnisse über die jeweilige Beschaffenheit der Interimsprache zu gewinnen. Dabei konnten die Fehler jetzt sowohl aus der L1 als auch aus der L2 stammen. Zugleich erkannte man den Wert des Fehlers für den Lerner, der anhand seiner Fehler die Abweichung seiner Interimsprache von der zielsprachlichen Norm überprüfen und entsprechend korrigieren konnte. Die Fehler des Lerners müssen also nicht als Zeichen von Mißerfolg gesehen werden, sondern daß sie einige Klarheiten über das Entwicklungssystem des Lerners liefern.

Die Interimsprachentheorie hatte nicht nur den Streit zwischen der kontrastiven Analyse und der Identitätshypothese beigelegt (indem sie aus beiden gewisse Elemente übernahm), sondern zugleich auch die Forschungsinteresse stärker in eine psycholinguistische Richtung gelenkt, bei der nicht mehr so sehr die Beschreibung des sprachlichen Produkts im Vordergrund steht, sondern vielmehr die Frage, wie es zu diesem Produkt kommen konnte. In diesem Zusammenhang besteht die Fehleranalyse haupsächlich darin, die Fehler des Schülers zu erkennen, zu erklären und zu korrigieren. Der Schüler verwendet beim Zweitsprachenerwerb Strategien, um L2-Ausdrücke zu erlernem. Diese Strategien lassen sich in drei verschiedenen Kategorien klassifizieren (vgl. [Charnier 1992]):

1. Strategien des Lernens (wie assimmiliert und automatisiert er die Zweitsprachenkenntnisse);
2. Strategien der Produktion (wie benutzt er automatisch die existierenden Ressourcen)
3. Strategien der Kommunikation (wie kompensiert er inadäquate Ressourcen).

Die erste Kategorie von Strategien bezieht sich direkt auf die Aspekte des Sprachenlernens. Beim Erwerb neuer Kenntnisse in der Zielsprache greift der Lernende auf die Vorkenntnisse der Erstsprache oder Zweitsprache zurück oder versucht neue Regeln aus den erhaltenen Eingabedaten zu schließen. Auf die Vorkenntnisse beziehend benutzt er hauptsächlich zwei Strategien: Transfer der Regeln von der Erstsprache und Übergeneralisierung der Regeln von der Zweitsprache. Transfer und Übergeneralisierung können als Vereinfachungsstrategien angesehen werden, die vom Lernenden verwendet werden, die Lernbelastung zu erleichtern. Hat der Lernende solche Hypothesen entwickelt, so kann er sie auf verschiedene Weise testen; als *receptively* (der Lernende beschäftigt sich mit den in Zweitsprache ausgedrückten Eingaben und vergleicht seine Hypothesen mit den gegebenen Daten), als *productively* (der Lernende produziert Ausdrücke in der Zweitsprache, die Regeln enthalten. Diese Regeln sind Hypothesen, die der Lernende gebildet und ihre Korrektheit mittels erhaltenes Feedback evaluiert hat), als *meta-lingually* (der Lernende fragt um Rat einen Muttersprachler oder einen Lehrer, um die Hypothese zu validieren), oder schließlich als *interactionally* (der Lernende versucht seine Kentnisse mit Hilfe seines Gesprächpartners zu verbessern). Die vom Lernenden angewandten Strategien können die Ursachen der generierten Fehler sein, die sich wie folgt beschreiben lassen (vgl. [Richard 1984]):

- **Sprachtransfer oder Interferenz:** Der Lernende benutzt seine Erfahrung in der Muttersprache (oder andere fremde Sprachen außer die Zielsprache) als Mittel die Kenntnisse in der Zweitsprache zu organisieren.

- **Übergeneralisierung von Regeln der Zielsprache:** Der Lernende hat besondere linguistischen Kenntnisse und einige Strategien erworben, die er hilfreich findet, die Fakten über die Zielsprache zu organisieren. Aber er verallgemeint sie überall.

- **Ignorierung von Regelbeschränkungen:** der Lernende hat Regeln erworben, aber er ignoriert die Beschränkungen ihrer Anwendungen.

- **Unvollständige Anwendung von Regeln:** Unvollständige Anwendung der Regeln verhindert mehr komplexe Typen von Strukturen zu lernen, da der Lernende findet, daß er effektive Kommunikation mit Anwendung einfacher Regeln leisten kann.

- **Falsche voraussetzende Konzepte:** Falsche voraussetzende Konzepte können durch Mißverständnis einer Unterscheidung zwischen Konzepten in der Zielsprache verursacht werden.

- **Transfer des Trainings:** Fehler können auch durch die Beeinflussung eines Lehrers und/oder eines "text book writer" verursacht werden, die laut ihrer eigenen Meinungen und Erfahrungen einige Aspekte der Zielsprache betonen und andere Aspekte vernachlässigen.

Im folgenden werde ich zeigen, wie die obengenannten Fehler in CALL-Systeme behandelt werden können.

2.2. Fehleranalyse in CALL-Systemen

> Tutorielle Systeme sind Programme, die geistige oder manuelle Fertigkeiten ausüben... [Lusti 1992].
> Tutorielles Lernen realisiert mit Hilfe von rechnerunterstützten Präsentationen und interaktiven Elementen einen Dialog zwischen Programm und Lerner. Das Programm präsentiert Informationen, stellt dazu Fragen, und verzweigt aufgrund der Auswertung die Antworten beispielsweise zu einer weiteren Präsentation, einer Wiederholung oder einer Fehlerbehandlung [Meyerhoff 1993].

Der Computer erlaubt als Lehrmedium ein individuelles Lernen, einfache Kontrolle des Lernfortschritts, Entlassung des Ausbilders von Routineaufgaben und ökonomische Nutzung eines örtlich und zeitlich beliebig verfügbaren Lehrmediums. Man unterscheidet

zwei verschieden Arten des computergestützten Lernens, die konventionellen und die wissenbasierten (oder intelligenten) Lernsysteme. Während konventionelle Lernsysteme vor allem Wissenreproduktion vermitteln, fördern intelligente Lernsysteme andere Stufen der Lerntaxonomie, insbesondere die Problemlösungsfähigkeiten. Im Sprachenbereich werden die intelligenten Lernsysteme als CALL-Systeme bezeichnet. Ein CALL-System sollte Handlungssituationen modellieren und möglichst realistische Dialoge zwischen Schüler und System simulieren können. Dazu müssen zum einen Dialogstrategien entwickelt und zum anderen Sprachanalysetechniken eingesetzt werden, damit das System den Schüler 'versteht' und auf dessen Eingaben reagieren kann. Ein Call-System, das den Schüler anregen möchte, die Fremdsprache zur Kommunikation einzusetzen, muß also Wissen über die zu vermittelnden Inhalte haben und sollte auf der Basis eines Modules mit explizitem Wissen über die Fremdsprache auch freie Schülereingaben flexibel bewerten. Entweder Methoden der KI einbeziehend oder innovative Projekte realisierend, richtet die CALL-Forschung ihre Anstrengungen vorwiegend auf die Bewältigung von Sprachverarbeitungs-probleme. Um CALL-Systeme entwickeln zu können, muß man zwei prinzipielle Hürden nehmen: die *Analyse sprachlicher Eingaben* und *die Fehleranalyse mit der Fehlerkorrektur.* In dieser Arbeit besteht die Analyse sprachlicher Eingaben darin, die Bedeutungsvarianten der Präpositionen in Hinblick auf ihre semantischen, konzeptuellen und funktionalen Aspekte zu betrachten. Für die computergestützte Fehleranalyse bleibt indes festzulegen, wie das System Fehler zu verarbeiten hat. Wie ich in dem nächsten Kapiteln zeigen werde, erlaubt der L1-L2-Vergleich zwischen die französischen und deutschen topologischen Präpositionen die Interferenzen zwischen ihnen herauszufinden, um die Fehler erklären zu können. Grundsätzliches zur Fehlerkorrektur läßt sich wie folgt formulieren: Wie soll korrigiert werden?

2.2.1. Fehlerbehandlung in CALL-Systemen

Die Behandlung sowie die Definition der Fehler in einem Sprachlehrsystem unterscheiden sich von der Fehlern in einem Sprachverarbeitungssystem. In Sprachverarbeitungssysteme ist das Ziel beim Einsatz eines Parsers, festzustellen, ob eine Eingabekette als Äußerung des abgedeckten Sprachfragments erkannt wird. Beim Einsatz in Sprachlehrsystem hingegen hört an dieser Stelle die Arbeit noch lange nicht auf; Äußerungen, die das System als nicht-grammatikalisch und/oder semantisch korrekt erkennt, müssen einer Fehlerdiagnose und Fehlererklärung unterzogen werden. Die Fehleranalyse in einem Sprachlehrsystem verlangt also, daß die Interferenz zwischen der erlernten Sprache und der zu lernenden Sprache erklärt wird.

Beispielsweise schlägt [Weischedel 1983] vor, daß wenn der Kongruenztest des Patterns "Subjekt-Verb" in Sprachverarbeitungssysteme scheitert, wird diese Testphase ignoriert. In

Sprachlehrsysteme dagegen soll in solchen Fällen dem Lernenden erklärt werden, daß er im Pattern "Subjekt-Verb" einen Kongruenzfehler gemacht hat (vgl. [Schwind 1994]). Es ist also denkbar, solche Fehler in einem Sprachverarbeitungssystem zu ignorieren, da der Satz ungefähr verstanden werden kann, auch wenn das Verb und das Subjekt nicht miteinander übereinstimmen. Aber in einem Sprachlehrsystem ist es sehr wichtig, daß das System in der Lage ist, Übereinstimmungsregeln richtig anzuwenden, da dies eines der Ziele der Sprachlehrsysteme ist. Auf diesem Grund ist die Behandlung der Fehler im Kontext des Sprachenerwerbs schwieriger als in anderen Kontexten, da die Fehler nicht einfach entdeckt und dann vernachlässigt werden sollen, sondern ihr Typ und ihre Ursache sollen verstanden werden. Dafür fordern Sprachlehrsysteme fehlersensitives[2] Parsing [Schwind 1986], d.h. der Parser soll über die Fehlerstelle hinaus arbeiten können, dabei aber Fehler feststellen, lokalisieren und erklären.

Idealerweise sollte die Diagnosekomponente eines Sprachlehrsystems folgendes leisten:

- Identifizierung aller Fehler
- Zuordnung der Fehler zu Fehlertypen
- Ausgabe von Korrekturvorschlägen und evtl. erklärenden Hinweisen für den Schüler.

Die Fehleranalyse läßt sich in drei Einzelprozesse aufgliedern, die genau in der hier angegebenen Reihenfolge durchlaufen werden müssen; zuerst erfolgt die Fehlererkennung, dann die Fehlererklärung und schließlich die Fehlerkorrektur.

2.2.1.1. Fehlererkennung

Eine Fehlererkennung stellt durch die lexikalisch-semantische Analyse die Fehlerart und die Fehlerursache fest. Eine große Zahl von Fehlern läßt sich auf die Muttersprache zurückführen. Es ist unmöglich, alle erdenklichen Fehlertypen, die bei freien Eingaben auftreten können, vorherzusehen. Wie schon erwähnt, lassen sich beim Sprachenlernen die Interferenzfehler in zwei Sorten unterteilen: *interlinguale*; der Lernende rekurriert zur Lösung eines fremdsprachlichen Problems entweder auf andere Sprachen, insbesondere auf die Muttersprache oder *intralinguale*; er greift fälschlicherweise auf Regelmäßigkeiten der Zielsprache zurück. Die interlingualen Interferenzfehler (oder Sprachtransfer), deren Ursache die Übertragung von Strukturen aus der Muttersprache auf die Fremdsprache ist, finden in meiner Arbeit eine besondere Beachtung. Erscheinungen der Interferenz können auf der

[2]Man unterscheidet fehlerrobustes und fehlersensitives Parsing. Beim fehlerrobusten Parsing kann der Satz trotz eines Fehlers analysiert, die Fehlerstelle oder Fehlerart aber nicht dargestellt werden. Beim fehlersensitiven Parsing ist es möglich, auf der Basis der Analyse eine Fehlermeldung zu generieren.

Ebene der Aussprache, der Grammatik und des Wortschatzes auftreten. Bei Sprachlehrprozessen stellt das aufgebaute phonetisch-phonologische, grammatisch-syntaktische und lexikalisch-semantische System jeweils eine Art Filter dar, durch den die zu erlernende Sprache wahrgenommen wird. Grammatisch-syntaktische Interferenzfehler sind durch Vertauschungen und Auslassungen einzelner Satzglieder charakterisiert. Lexikalisch-semantische Interferenzfehler ergeben sich durch den falschen Gebrauch eines Wortes.

Im Fall von isolierten Ausdrücken können auch pragmatische Fehler auftreten. Pragmatische Interferenzfehler sind Fehler, die durch das Mißverständnis eines Ausdruckes im linguistischen Kontext verursacht sind. Sie sind nicht durch das Mißverständnis der Sprache, sondern durch die extralinguistischen Voraussetzungen verursacht. Man muß bei der Interpretation der räumlichen Ausdrücke den linguistischen Kontext berücksichtigen, in dem die Präposition verwendet wird, um Fehler dieser Art zu vermeiden.

2.2.1.2. Fehlererklärung

Eine Fehlererklärung versucht eine Fehlermeldung auszugeben, die die Fehlerart, die Fehlerstruktur und ein korrektes Beispiel für den Schüler beinhalten sollte. Die Fehlererklärung sollte auch die Möglichkeit bieten, weitere Hilfestellungen auszuwählen. Die Schwierigkeit bei der Fehlererklärung besteht darin, die identifizierten Fehlerursachen in Worte umzusetzen. Die Formulierung muß dabei so präzise sein, daß der Schüler sie versteht und auch tatsächlich nachvollziehen kann, was er falsch gemacht hat. Die Fehlermeldungen dürfen also nicht unpräzise sein. Gute Fehlermeldungen sind relativ kurz (damit sie einfach gelesen werden können), graphisch unterstützt (damit sie ins Auge fallen und sich besser einprägen) und sollten eine weiterführende Hilfe anbieten (damit der Schüler, der eine weitere Unterstützung braucht, diese vom System erhalten kann).

2.2.1.3. Fehlerkorrektur

Die Aufgabe der Fehlerkorrektur ist, vom Schülern zu fordern, den falschen Eingabesatz mit Hilfe der Fehlererklärungen zu korrigieren. Hier müssen die Eingabesätze weiter verarbeitet werden, oder es müssen automatische Korrekturen vom System angefordert werden. Bei der Korrektur von Fehlern unterscheidet man zwischen Selbstkorrektur durch den Schüler und Korrektur durch das System. Wenn der Schüler seinen Fehler korrigieren soll, bekommt die Fehlermeldung ein anderes Gewicht, denn aus ihr muß eine Anleitung zur Selbstkorrektur hervorgehen. Eine Selbstkorrektur ist für den Schüler zumeist die sinnvollste Lösung. So kann der Schüler mit dem System interagieren und die Fehlermeldung nicht nur konsumieren, sondern wird zur aktiven Teilnahme animiert.

2.2.2. Interferenzfehler beim Erlernen von Präpositionen

Jeder Mensch entwickelt in der Zeit des Erstsprachenerwerbs Konzepte, um die Ereignisse und Objekte seiner Umwelt einordnen zu können, und bemüht sich, diese Konzepte beim Sprachenerwerb anzuwenden. Die Form der Ausdrücke in einer Sprache ist das Ergebnis mehrerer kultureller, historischer und soziologischer Einflüsse. Man kann sich nicht vorstellen, welche Zeit und Mühe es den Lerner kostet, um diese Konzepte aufzubauen. Daher ist es verständlich, daß der Lerner beim Zweitsprachenerwerb versucht, auf seine bereits gelernten Konzepte in der Muttersprache zurückzugreifen, und versucht diese Konzepte in der Zielsprache wiederzugeben. Wie schon in vorangegangenen Abschnitten festgestellt, ist dies nicht immer möglich. Aufgrund der Konzeptabweichung bei der Raumaufteilung zwischen dem Französischen und dem Deutschen ist der Ansatz der direkten Begriffübernahme eine bedeutende Fehlerquelle beim Zweitsprachenerwerb. Das Erlernen von Präpositionen scheint also Mühe zu bereiten.

Von besonderem Interesse sind in dieser Arbeit die lexikalisch-semantischen Interferenzfehler, die beim Erlernen von Präpositionen durch den falschen Gebrauch einer Präposition auftreten. Beim Erlernen von Präpositionen treten häufig Verwechslungen auf, da eine Präposition in der Muttersprache (L1) nicht unbedingt einer Präposition in der erlernten Sprache (L2) mit der gleichen Grundbedeutung entspricht. In ein und derselben räumlichen Situation werden nicht immer äquivalente Präpositionen verwendet. So können Fehler durch Interferenzen aus der Muttersprache bei der Anwendung von Präpositionen verursacht werden. Wenn es zwei Ausdrücke mit einer gemeinsamen Grundbedeutung gibt, kann es immer noch sein, daß sie sich in ihren Verwendungsbedingungen unterscheiden. Betrachten wir die folgenden Beispiele:

1. la voiture est au[3] croisement
   das Auto ist an der Kreuzung

2. Peter est à l'école
   Peter ist in der Schule

Während der Beipiel 1 eine rein räumliche Relation (sich an der Kreuzung befinden) ausdrücken, drückt der Beispiel 2 eher eine funktionale Relation (dem Unterricht folgen als Schüler oder dem Unterricht machen als Lehrer) aus. Im Deutschen kann man die Sachverhalte aus 2 mit „in" ausdrücken.

[3] Der Unterschied zwischen „à" und „au" ist morphologisch: „au" ist die Kontraktion von „à le" (der Präposition „à" + dem maskulinen definierten Artikel).

Auch bei der Übersetzung der Präposition „sur“ können Verwechslungen auftreten. Denn sowohl im Französischen als auch im Deutschen bezeichnet „sur“ bzw. die nach der Grundbedeutung entsprechende Präposition „auf“ den Kontakt eines Objektes mit einem anderen Objekt. Im Französischen kann man mit „sur“ im Unterschied zum Deutschen „auf“ jedoch einen Kontakt mit allen möglichen Seiten eines Objektes und nicht nur mit der Oberseite bezeichnet werden:

3. le livre est sur la table (Oberseite)
   das Buch ist auf dem Tisch

4. la lampe est sur le plafond (Unterseite)
   die lampe ist an der Decke

5. l'image est sur le mur (Laterale Seite)
   das Bild ist an der Wand

Ein französischer Deutschlerner würde den Sachverhalt aus 4 bzw. 5 in Analogie zu seiner Muttersprache typischerweise falsch mit „die Lampe ist auf der Decke“ bzw. „das Bild ist auf der Wand“ ausdrücken.
Auch bei der Anwendung von der Präposition „dans“ stimmt nicht immer eine wortwörtliche Übersetzung überein (vgl. die Beispiele in 6-7).

6. les étoiles sont dans le ciel
   die Sterne sind am Himmel

7. la voiture est dans la rue
   das Auto ist auf der Straße

Die bisherigen Betrachtungen machen deutlich, daß ein direktes Übersetzen von einer Sprache in eine andere beim Sprachenerwerb oftmals Fehler verursacht. Dies bedeutet, daß der Lerner von einem 1-zu-1 Sprachtransfer abgehalten werden sollte, da dieser oftmals zu Fehlern führt. Es sollte also versucht werden, den Lerner über seine Konzepte zu erreichen. Das Erlernen von Präpositionen sollte nach dem Lernmodell in Abbildung 2.1 erfolgen. Ein L1-L2-Vergleich zwischen den französischen und deutschen räumlichen Ausdrücken auf der rein sprachlichen Ebene zu führen, wäre also zum Scheitern verurteilt.

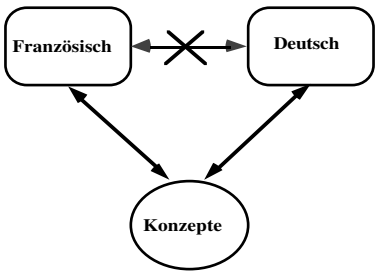

Abbildung 2.1: Lernmodell beim Zweitsprachenerwerb

In dem folgenden Abschnitt wird gezeigt, wie die Übungen zum Erlernen von räumlichen Präpositionen in Schulbüchern aussehen. Es ist notwendig dabei zu zeigen, wie solche Übungen in einem CALL-System einsetzt werden können und wie das CALL-System auf die Antworten des Schülers reagieren und die verursachten Fehler auswerten kann.

2.2.3. Übungen zum Erlernen von räumlichen Präpositionen

Im Schulbüchern werden räumliche Präpositionen üblicherweise mit Übungen wie der in Abbildung 2.2 dargestellten geübt: auf einem Bild sind Objekte dargestellt, deren räumliche Relationen dann beschrieben werden. In der Übung wird der Schüler aufgefordert, die Position des Kanarienvogels an den mit Zahlen gekennzeichneten Orten zu beschreiben. Dazu wird er dann Sätze schreiben wie in 8 und 9.

8. Das Kanarienvogel ist <u>auf</u> dem Tisch (Die Szene 7 im Bild)
9. Das Kanarienvogel ist <u>im</u> Schrank (Die Szene 3 im Bild)

etc…

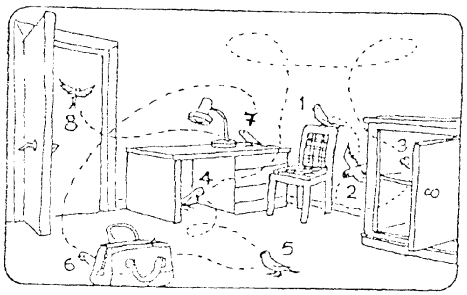

Abbildung 2.2: Präpositionsübung aus einem Schulbuch
(entnommen aus Arbeitsheft zu English G, A1, S.48, 1985)

Dies ist für den Schüler sicherlich keine besonders spannende Aufgabe. Interessanter kann man das Üben räumlicher Präpositionen interaktiv gestalten, wenn die Antwort des Lerners bewertet, und mit Hilfe einer Skizze dargestellt wird. Diese zusätzliche bildhafte Hilfestellung erhöht die Wahrscheinlichkeit, daß der Schüler seine Fehler selbst erkennen kann. Wenn er die wahre Bedeutung seiner Aussage sieht, wird er seinen Fehler erkennen

und in Zukunft zu vermeiden versuchen. Dabei ist es sinnvoll, die vom Schüler verursachten Fehler zu erkennen, zu erklären und zu korrigieren.

Es ist auch wünschenswert, die imaginalen Repräsentationen eines Konzeptes, die beim Lernenden vorhanden sind, in eine verbale Repräsentation in der Zweitsprache zu überführen, anstatt wie beim Sprachtransfer eine verbale Repräsentation in der Erstsprache in eine verbale Repräsentation in der Zweitsprache zu überführen. Diese Repräsentationsüberlegungen sind der dualen Kode-Theorie von Paivio [Paivio 1986] entlehnt. Im Abschnitt 2.3 gehe ich auf diese Theorie und auf die Repräsentation von Konzepten näher ein.

In klassischen Sprachlehrsystemen basiert die Diagnose vollständig auf der Antizipation einzelner Fehlerdiagnose. Es ist aber sehr aufwendig, eine Datenbasis mit Übersetzungsbeispielen und ihren entsprechenden Fehlermöglichkeiten aufzubauen, zu pflegen und konsistent zu halten. Idealerweise sollten die Eingaben des Schülers im System mit Hilfe von maschineller Verarbeitung und maschinellem L1-L2-Vergleich bewertet werden. Dies geschieht, wenn die Diagnoseergebnisse über sprachlicher Fehler direkt aus einem Modell der sprachlichen Korrektheit abgeleitet werden können (vgl. [Menzel 1993]). In dieser Arbeit bekommt das System die L1- und L2-Ausdrücke als Input, und versucht sie mit Hilfe der semantischen Beschreibung der Skizze zu analysieren und zu vergleichen. Daraus werden die Fehlererkennungen und -erklärungen anhand der Bedeutungsanalyse der räumlichen Ausdrücke und des L1-L2-Vergleiches zwischen L1- und L2-Ausdrücken systematisch abgeleitet. Auf die Einzelheiten dieser Bedeutungsanalyse und dieses L1-L2-Vergleichs werde ich in der Folge dieser Arbeit nahe eingehen.

2.3. Multimodale Repräsentation von Wissen

Der Mensch greift bei der Sprachproduktion, der Sprachverarbeitung und der Sprachverwendung auf Konzepte zurück. Konzepte sind dabei mentale Repräsentationen unserer Welt, die der Mensch entwickelt und in eine Sprache eingekleidet hat, um seine Umwelt zu verstehen und sich in ihr orientieren zu können. Manche Konzepte haben keine sprachliche Ausdruckform. Als Beispiel könnte man die folgenden Beispiele betrachten (vgl. [Hennig 1995]):

10.	Ich habe keinen Hunger mehr	Ich bin satt
11.	Ich habe keinen Durst mehr	Ich bin .....

Für die letztere Formulierung unter 11 fehlt uns die Möglichkeit die negative Form mit einem Wort auszudrücken. Das Konzept ist uns klar, aber wir sind jedoch nicht in der Lage, es mit

einem Wort auszudrücken wie bei *satt*. Wir müssen es umschreiben (Beispielsweise: Mein Durst ist gestillt). Wir nehmen die Reize aus der Umwelt auf und versuchen sie zu modellieren, sie in irgendeiner Form mental zu repräsentieren. Der Hauptgrund für die auftretenden Abweichungen der Konzepte zwischen den verschiedenen Sprachen liegt bei den aus der Umwelt aufgenommenen Reizen. Das läßt sich am Beispiel gut verdeutlichen, wenn wir beispielsweise das Konzept der Entfernung erklären wollen. Mit den Worten *nah* und *weit* wird unabhängig von der Sprache ihre Einordnung durch die Umwelt geprägt. Ein Wüstenmensch würde beispielsweise etwa ein 100km weit entferntes Dorf als nah bezeichnen, wobei dies für einen Stadtmensch durchaus als weit gelten würde. Dies resultiert aus den Erfahrungen, die der Mensch in diesem Fall mit der Entfernung gemacht hat. Es ist also nicht verwunderlich, wenn auch in weniger offensichtlichen Fällen Unterschiede in der Konzeptualisierung der gleichen Situation auftreten.

Auch bei räumlichen Konzepten kann man dieses Phänomen beobachten. Die Einteilung des Raumes mit Hilfe der Sprache ist oftmals unterschiedlich, auch die Einflüsse der Funktionalität sind in den diversen Sprachen verschieden. Die unterschiedliche Aufteilung des Raumes soll in einigen Beispielen der französischen und der deutschen Sprache näher betrachtet werden. Nehmen wir z.B. die französische Präposition ˝sur˝. Ohne sie in einen Kontext zu setzen, kann sie ins Deutsche mit ˝auf˝ übersetzt werden in dem Sinne, daß sich ein Objekt auf einem anderen befindet. Die Übersetzung als ˝an˝ wäre ebenso möglich. Bei der Wendung von ˝dans˝, wie „dans le ciel“ (wortwörtlich „im Himmel“), würde sogar die Übersetzung ˝an˝, als (am Himmel), zutreffen. Es gibt aber auch die Übersetzung ˝auf˝ für die Wendung „auf der Straße“, in Französisch „dans la rue“. Auch hier ist wieder eine unterschiedliche Konzeptualisierung der gleichen Sachverhalte zu erkennen. Das macht es dem Lernende schwer, durch einfaches Lernen der jeweiligen Übersetzung einen Überblick über die gesamten räumlichen Präpositionen der Sprache zu gewinnen. Er wird sich immer wieder in einer ihm unbekannten sprachlichen Situation wiederfinden können, in der er nicht oder nur zufällig in der Lage ist, die korrekte Präposition bei dieser Anwendung auszuwählen.

Aus diesem Grund würde eine direkte Übersetzung aus der Muttersprache, d.h. die Gegenüberstellung der Präposition in der Quell- und Zielsprache, im CALL-System beim Erlernen von räumlichen Präpositionen keinen Vorteil bedeuten. Der Lernende sollte die Möglichkeit erhalten, anhand einer Vielzahl von Beispielen das System, das in der Anwendung der räumlichen Präpositionen verborgen ist, zu explorieren. Das gelingt jedoch nur, wenn dem Lernenden genügend Information zur Verfügung gestellt wird, aus der er diese Erfahrung sammeln kann. Es wird nur vorausgesetzt, daß eine solche Logik, der die Sprachanwendung unterliegt, in jeder Sprache existieren muß.

2.3.1. Die Repräsentation von Wissen in der KI

Bevor Wissen über einen Bereich repräsentiert werden kann, muß anhand eines Modells festgelegt werden, welches die relevanten Informationen (Relationen und Objekte) sind, die im Repräsentationsformalismus umgesetzt werden sollen. Im Bereich der sprachverarbeitenden KI entspricht etwa das ‘Verstehen‘ eines Textes dem Erstellen einer adäquaten Wissensrepräsentation. Dabei kann das Wissen in unterschiedlicher Art und Weise repräsentiert werden. Bis in die 80er Jahre nutzte man im wesentlichen eine propositionale Repräsentation. Inzwischen geht man aber davon aus, daß unterschiedliche Darstellungsformen die Verarbeitung unterschiedlichen Wissens begünstigen, bzw. für verschiedene Problemstellung mehr oder weniger gut geeignet sind.

Man kann allerdings auch fordern, daß das Wissen möglichst kognitiv adäquat zu repräsentieren sei. Es stellte sich dann die Frage, ob der Mensch z.B. räumliche Relationen in propositionaler oder eher in bildhafter, depiktionaler[4] Form kodiert. Die verschiedenen Auffassungen dazu wurden im Rahmen der *imagery debate* diskutiert [Habel 1988]. Ansichten in diesem Bereich spalten sich in zwei verschiedene Lager:

- Die **Deskriptionalisten** gehen von der Existenz eines einzigen propositionalen Repräsentationssystems aus. Sie behaupten, daß bildhafte Vorstellungen aus diesen propositionalen Repräsentationen rekonstruiert werden können [Pylyshyn 1981].

- Die **Depiktionalisten** hingegen nehmen die Existenz mehrerer Repräsentationsformate (propositional und bildhaft) an. Bilder sind als Bilder ebenso wie propositionale Repräsentationen im Langzeitgedächnis gespeichert. Da diese Theorie von der Existenz zweier Repräsentationsformate nebeneinander ausgeht, spricht man von der dualen Kode-Theorie, "the dual coding theory "[Paivio 1983].

Eine Modellierung von Schlußfolgerungsprozessen, welche eine propositionale Basisrepräsentation verwendet, kann die Vorteile eines bildhaften Formates nicht wirklich ausnutzen. Paivio sagt, daß im Hinblick auf das Merken von Wörtern das imaginale System effizienter ist als das verbale. Wörter, die zu Aktivierungen beider Systeme führen, werden besser behalten als solche, die nur Repräsentationen in einem System aktivieren. Für Ausdrücke oberhalb der Wortebene kann nach den vorangegangen Ausführungen ebenfalls angenommen werden, daß die Aktivierung beider Systeme zu einem besseren Behalten führt. Die imaginalen Repräsentationsformen sind also bei der räumlichen Repräsentation

[4] Im Folgenden werde ich Kosslyns Terminologie [Kosslyn 1980] übernehmen und im Zusammenhang mit mentalen Bildern sowie deren Modellierung die Begriffe "bildhaft" und "depiktional" synonym verwenden.

vorteilhaft, da die räumlichen Relationen nicht nur sprachlich, sondern auch bildhaft darstellbar sind. Die bildhaften Vorstellungen von Bildern erlaubt eine adäquatere und effizientere Durchführung von Aufgaben, bei denen räumliche Anordnungen eine Rolle spielen. Die räumlichen Relationen können depiktional implizit repräsentiert werden, während die propositionale Repräsentation verlangt, daß die räumlichen Relationen zumindestens so weit explizit gemacht werden, daß alle Relationen der gegebenen Konstellation daraus inferiert werden können (vgl. Abbildung 2.3).

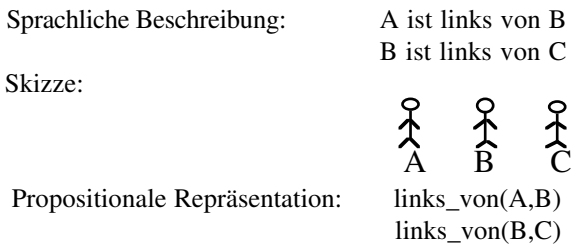

Abbildung 2.3: Sprachliche, propositionale und skizzenhafte Darstellung einer Szene

Aus der Skizze kann bei Annahme einer geeigneten Inspektionsprozedur direkt abgelesen werden, daß sich C rechts von A befindet. Bei einer propositionalen Repräsentation ist diese Inferenz nicht ohne weiteres möglich. Es müssen vielmehr Regeln (wie links_von(x,y) --> rechts_von(y,x); links_von(x,y) & links_von(y,z) --> links_von(x,z)) angewendet werden, um zu diesem Ergebnis zu kommen. Auf die erste Sichtweise (skizzenhafte Repräsentation) werde ich ausführlich im folgenden nachgehen.

2.3.1.1. Die duale Kode-Theorie

Unser Bedeutungswissen hat eine außenweltbezogene Funktion. Mit Hilfe unseres konzeptuellen Wissens modellieren wir die Außenwelt und orientieren uns in ihr. Die duale Kode-Theorie beschreibt diese Verbindung zwischen dem konzeptuellen Wissen und den Objekten und Ereignissen der Außenwelt.
[Paivio 1986] thematisiert die Bedeutung der Wörter und geht in seinem Modell davon aus, daß es zwei Repräsentationssysteme für Wörter gibt, ein verbales und ein imaginales. In dem imaginalen System werden mentale Bilder repräsentiert. Aus dieser imaginalen Repräsentation resultiert die menschliche Fähigkeit, sich Gegenstände visuell vorzustellen. Hingegen sind im verbalen System die Einheiten sequentiell organisiert.

Paivio geht davon aus, daß gelesene oder gehörte Wörter zunächst ihre verbalen Repräsentationen aktivieren, wohingegen visuelle Aufnahmen zunächst die entsprechende imaginale Repräsentation aktivieren. Man spricht in diesem Fall von der repräsentationalen Verarbeitungsstufe. Dieser Verarbeitungsstufe kann die referentielle Stufe folgen. Auf der

referentiellen Ebene können verbale Einheiten ihre imaginalen Gegenstücke aktivieren und umgekehrt. Dieser Vorgang bezieht sich nur auf konkrete Wörter, man geht aber davon aus, daß auch räumliche Präpositionen diesem Vorgang unterliegen können. Abstrakta können nur im verbalen System repräsentiert werden. Die Aktivierung einer verbalen Repräsentation durch eine imaginale gelingt schneller und leichter als umgekehrt. Auf der dritten, assoziativen Stufe der Verarbeitung können sich verbale Einheiten wechselseitig aufrufen und ebenso imaginale untereinander.
Paivio bezieht sich hier primär auf Objektkonzepte. Überlegungen, wie es oberhalb der Wortebene weitergeht, werden in seiner Theorie nicht angesprochen. Ausgehend von Betrachtungen oberhalb der Wortebene (Sätze, Texte) hat [Habel 1988] ein Modell zur zentralen Stellung der räumlichen Repräsentation von Szenen entworfen, d.h. auch Bilder, die räumliche Präpositionen erklären, können nach diesem Modell mental repräsentiert werden.

2.3.1.2. Repräsentation räumlichen Wissens

Die Repräsentation räumlichen Wissens wird nach [Habel/Pribbenow 1989] als Zusammenspiel von Kognition und Perzeption gesehen und als von zwei Seiten aus zugänglich betrachtet (vgl. Abbildung 2.4).

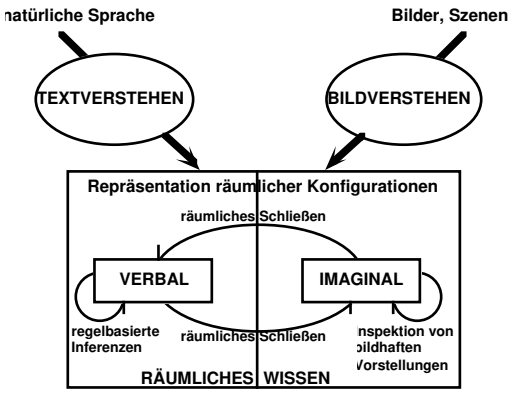

Abbildung 2.4: Repräsentation räumlichen Wissens [Habel 1988]

Die eine Richtung ist der Transfer von der imaginalen zur verbalen Repräsentationsform. Von einem Bild oder einer Szene ausgehend wird zuerst ein Bildverstehensprozeß eingeleitet, dem dann eine interne Repräsentation der Szene folgt. Aus dieser internen Repräsentation leitet sich dann die Beschreibung in der natürlichen Sprache ab. Diese natürlich-sprachliche Beschreibung wird viele Details des ursprünglichen Bildes oder der ursprünglichen Szene nicht mehr erwähnen, da während des Transferprozesses eine Abstraktion stattfand. Zwischen den verschiedenen internen Repräsentationsebenen findet also durch die Abstraktion eine Informationsreduktion statt. Es sei zum Beispiel eine Szene

gegeben, in der ein Baum in der Nähe eines Hauses steht. Das Haus befindet sich in der Nähe eines Flusses, über den eine Brücke führt, ganz in der Nähe des Hauses. Diese Szene gibt also verschiedene Informationen, der Betrachter lokalisiert das Haus in der Nähe der Brücke und produziert daraus die verbale Repräsentation als natürlichsprachliche Beschreibung "das Haus befindet sich in der Nähe der Brücke". Der Informationsgehalt der Szene wurde also erheblich reduziert. Daraus resultiert, daß die "Gegenrichtung", also der Transfer von der verbalen zur imaginalen Repräsentationsform, sich problematischer gestaltet. Prozesse der Bedeutungsrepräsentation aus Texten müssen so angelegt sein, daß bei der Erstellung von Repräsentationen keine ungerechtfertigte Informationssteigerung stattfindet. Aus den Texten werden demnach nur quasi-analoge Repräsentationen gewonnen. Imaginale Repräsentationsformen sind bei der räumlichen Repräsentation vorteilhaft, da laut [Kosslyn 1980] über bildhafte Vorstellungen auf einem Medium mit räumlichen Eigenschaften eine adäquate und effizientere Durchführung gewisser Prozesse bei der Verarbeitung räumlichen Wissens möglich ist. Dies führt zurück zu Paivio's Aussage, daß, im Hinblick auf das Merken von Wörtern, das imaginale System effizienter ist als das verbale. Wörter, die zu Aktivierungen beider Systeme führen, werden besser behalten als solche, die nur Repräsentationen in einem System aktivieren.

2.3.2. KI-Anwendungen der Theorien zur Verarbeitung räumlichen Wissens

Im folgenden werde ich einige KI-Anwendungen der Theorien zur Verarbeitung räumlichen Wissens vorstellen. Es werden hier zwei Sprachverarbeitungssysteme und ein Sprachlehrsystem vorgestellt, in denen räumliches Wissen bildhaft verarbeitet wird. In Sprachverarbeitungssysteme werden entweder räumliche Beschreibungen bildhaft dargestellt, um dann nachfolgende Fragen zu den räumlichen Sachverhalten beantworten zu können (LILOG-System) oder mit natürlichsprachlichen Eingaben kann eine dreidimensionale Graphik verändert werden (VIENA-System). Im PROMISE-Sprachlehrsystem wird die Anwendung räumlicher Präpositionen geübt, wobei die räumlichen Beschreibungen der Schülers in eine Skizze umgesetzt werden.

2.3.2.1. LILOG

Im Projekt LILOG (LInguistische und LOGische Methoden beim Verstehen von deutschen Texte, [vgl. Habel 1991]) wurde ein sprachverstehendes System entwickelt, das Text verarbeitet und repräsentiert, um nachfolgend Fragen zu den Inhalten beantworten zu

können. Räumliche Inhalte werden der *dual-coding-theory* Paivios folgend, sowohl propositional als auch depiktional repräsentiert. In einem hybriden System interagieren also ein propositionales und ein depiktionales Subsystem. Die propositionale Ebene gewährleistet dabei die Anbindung an sprachunabhängige, kognitiv relevante Konzepte und das depiktionale System die Verankerung der intrinsischen räumlichen Eigenschaften im Repräsentationsformalismus. Zur Unterscheidung sprachlicher und sprachunabhängiger Aspekte wird zwischen einer sprachorientierten, semantischen und einer auch anderen kognitiven Subsystemen wie der Wahrnehmung zugänglichen, konzeptuellen Ebene unterschieden (Zweiebenensemantik).

Bei der Verarbeitung wird zwischen statischer (Ort eines Objektes oder einer Begebenheit) und dynamischer (Bewegung eines Objekts) Lokalisierung unterschieden. Zunächst wird ein Lokalisierungsausdruck syntaktisch und semantisch analysiert. In der darauf folgenden konzeptuellen Vorverarbeitung werden dynamische Lokalisierungen auf statische Lokalisierungen und Lokalisierungen von Begebenheiten auf Objektlokalisierungen zurückgeführt. Hier wird wie in anderen neueren Arbeiten zur Präpositionssemantik (vgl. [Wunderlich/ Herweg 1991]) von der generellen Struktur der semantischen Repräsentation lokaler Präpositionen ausgegangen. Diese Struktur läßt sich in der Sprache der Prädikatenlogik mit λ–Abstraktion wie folgt darstellen:

(1) $\lambda y \lambda x\ Lok(x, PRÄP^*(y))$

Eine ausführliche Beschreibung dieser semantischen Repräsentation wird im Abschnitt 5.1 des Kapitels 5 vorgestellt. Die abstrakte räumliche Grundbedeutung von Lokalisierungsausdrücken wird durch die jeweilige Teilraumspezifizierung (Nachbarschaftsfunktion) und die Relation Lok angegeben. Für jede Präposition gibt es eine solche charakteristische Nachbarschaftsfunktion, durch die für jede lokale Präposition die charakteristische Region bezüglich des jeweiligen Referenzobjekt berechnet wird. Anderes ausgedrückt ist die Bedeutung lokaler Präpositionen eine Lokalisierungsrelation zwischen dem externen Argument der Präposition, d.h. die lokalisierte Entität, und einer spezifischen Region bezüglich des internen Arguments, d.h. des Referenzobjekts. Die lokalisierte Entität soll in der Folge als das zu lokalisierende Objekt (LO), die Entität, relativ zu der sie lokalisiert wird, als das Referenzobjekt (RO) bezeichnet[5] werden. Der Kern der Präpositionenbedeutung ist eine regionskonstituierende Funktion PRÄP*, die für jede Präposition zu spezifizieren ist.

[5]Die Bezeichnungen RO und LO werden von [Habel/Pribbenow 1988] übernommen.

Jede Lokalisierung läßt sich demnach durch drei Komponenten beschreiben :

a) das zu lokalisierende Objekt (LO), das ein Objekt, ein Weg oder ein Wegabschnitt sein kann,
b) das Referenzobjekt (RO), das den Verankerungspunkt der Lokalisierung bildet,
c) die räumliche Relation, durch die a) in bezug auf b) lokalisiert wird.

Diese Beschreibung dient als Basis bei der sogenannten Gebietserstellung, die im Rahmen der konzeptuellen Verarbeitung sowohl propositional als auch depiktional erfolgt.
Für die propositionale konzeptuelle Verarbeitung führt [Pribbenow 1992] Lokalisierungsprinzipien und Objektkonzepte ein. Ein Lokalisierungsprinzip besteht z.B. darin, daß aufgrund von verschiedenen Eigenschaften dieser Objekte zwischen RO und LO unterschieden werden kann. Als Merkmale der Objekte sind deren Dimensionalität, Form und Ausrichtung zu berücksichtigen, die sich in Objektkonzepten zusammenfassen lassen.
Lokalisierungsgebiete sind als Vereinigung der potentiellen Aufenthaltsorte der betrachteten Objekte definiert, die durch zusätzliche Information weiter spezifiziert werden können. Sie entstehen durch Segmentierung des betrachteten Raumes und dienen als Basis für die Suche nach der zu lokalisierenden Einheit. Zunächst wird eine abstrakte Region gebildet, die von der jeweiligen Präposition abhängt. Auf diese Region haben zuerst Aspekte des RO und des LO Einfluß. Als Aspekte des RO, von denen die Bestimmung des Lokalisierungsgebietes abhängt, betrachten [Habel/ Pribbenow 1988] die Gestalt des Objektes und seine Größe. Außerdem werden prototypische Eigenschaften des LO berücksichtigt, insbesondere Standorteigenschaften und Funktionalität. Ein Fahrrad (z.B. in dem Satz "Das Fahrrad steht bei der Kirche") hat typischerweise einen anderen Standort als ein Haus (z.B. das Haus bei der Kirche"). Das Fahrrad wird wahrscheinlich an der Kirche lehnen oder neben der Kirche stehen, das Haus nur näher als andere Häuser an der Kirche stehen.

Als Referenzsysteme[6] sind in LILOG das Geosystem, Intrinsik und Deixis zugelassen. Je nach Referenzsystem werden konkrete Seiten des RO bei der Intrinsik oder abstrakte Seiten des RO bei der Deixis selektiert. Intrinsische Seiten können nur bestimmt werden, wenn ein RO eine intrinsische Seite zur Verfügung stellt. Wenn es eine solche Seite gibt, wird ein Gebiet nach dem intrinsischen Referenzsystem bestimmt. Nur wenn dies nicht der Fall ist, wird das Gebiet nach dem deiktischen Referenzsystem bestimmt, wobei die Position des jeweiligen Betrachters mit in die Berechnung einbezogen wird.

[6][Pribbenow 1992] spricht von Referenzsystemen, die sich aus der Perspektive des Betrachters ergeben und die Orientierung von Objekten beschreiben . Wenn ein Betrachter eine intrinsische Perspektive einnimmt, so wird das betrachtete Objekt mit dem intrinsischen Referenzsystem markiert.

Neben dem Bezugspunkt der Äußerung und den weiter oben beschriebenen Parametern Form und Größe des RO, kann nach [Habel/ Pribbenow 1988] auch die Umgebung einen Einflußparameter darstellen. Zur Umgebung zählen z.B. die sogenannten "konkurrierende Objekte" (visuell herausragende Objekte, z.B. ein großer Baum), die den Einflußbereich des RO einschränken.

Die Charakterisierung eines Gebietes wird in einem depiktionalen Formalismus expliziert. Depiktionen, die ein mentales Modell des Systems sind, dienen dazu, räumliche Information darzustellen. Realisiert werden Depiktionen in Zellmatrizen [vgl. Khenkhar 1990], die den Raum als Array von Raumzellen darstellen. Weitere Informationen zu dieser depiktionalen Repräsentation finden sich im Kapitel 5 (Abschnitt 5.2.3.2.2).

2.3.2.2. VIENA

Im Projekt VIENA (VItual Environnments and Agents) [Cao et al. 1993a, 1993b, 1994] wird räumliches Wissen eingesetzt, um die Mensch-Maschine-Kommunikation zu vereinfachen. Statt komplexer Kommandos können die Benutzer einer Wohnraumentwurfsumgebung ihre Veränderungswünsche durch verbale Instruktionen vermitteln. Einrichtungsgegenstände in einem virtuellen Büroraum, der in einer dreidimensionalen Graphik auf dem Bildschirm dargestellt ist, können mit Anweisungen wie "Put the chair on the desk" verändert werden. Um diese Anweisungen verarbeiten zu können, verfügt das System über geometrische und materielle Informationen über die Szenenobjekte und Wissen über die Struktur des Raumes aus Sicht des Menschen.

Die Instruktionen des Benutzers werden von einer Parser-Komponente analysiert und die daraus ableitbare Information an eine räumliche Verarbeitungskomponente weitergegeben, die diese depiktional repräsentiert. Bei der weiteren Verarbeitung wird zwischen drei Referenzsystemen unterschieden, die ein Mensch, der dem System Anweisungen gibt, einnehmen könnte. Diese drei Referenzsysteme werden an folgenden Aussagen deutlich: "Bewege den Tisch mehr nach hier, mehr nach hinten, mehr zum Schrank". Bei "mehr nach hier" bezieht sich die Angabe auf die Position des Sprechers, bei "mehr nach hinten" auf das Objekt, das zu verschieben ist und "mehr zum Schrank" erfolgt die Anweisung in bezug auf ein Referenzobjekt. Bei der Interpretation wird deshalb zunächst das zutreffende Bezugssystem, dann die Verschiebungsrichtung und die Verschiebungsweite bestimmt. Angaben, die die Verschiebungsweite betreffen wie "etwas mehr", "mehr" und "viel mehr" werden auf der Basis von relativen Angaben (z.B. mehr=50%, etwas mehr=20%) verarbeitet.

Die Interaktion zwischen Mensch und virtueller Umgebung erfolgt in VIENA über wissensbasierte Interfaceagenten. Die Idee dabei ist, daß komplexe Prozesse aufgespalten und dann von einzelnen Agenten ausgeführt werden. Für die räumliche Verarbeitung ist ein Raumagent zuständig, der z.B. 'weiß', daß Objekte auf etwas stehen müssen, also nicht in der Luft hängen können und auch nur dort stehen können, wo sich kein anderes Objekt befindet. Der Raumagent wählt weiterhin bei der Berechnung einer Position die deiktische oder intrinsische Perspektive, aus der eine Beschreibung gegeben wurde, aus. Wenn die Visualisierung nicht mit dem vom Benutzer intendierten Ergebnis übereinstimmt, hat er die Möglichkeit, Korrekturanweisungen zu geben. Das System verändert die Graphik dann entsprechend.
Die Agenten sollen bei ihrer Aufgabenlösung auch Wissen über die Tätigkeiten und Präferenzen ihrer Benutzer miteinbeziehen. Der Raumagent könnte also im Laufe einer Wohnraumgestaltung 'lernen', welche Beschreibungen (intrinsische oder deiktische) der Benutzer bevorzugt und an erster Stelle die Interpretation nach dieser bevorzugten Perspektive realisieren.

2.3.2.3. PROMISE

PROMISE (PROjekt Mediengestütztes Interaktives Sprachlernen- Englisch) (vgl. [Krüger et al. 1995]) ist ein CALL-System, in dem Schülereingaben auf der Basis von Wissen über die Grammatik, das Lexikon und die Semantik der zu lernenden Sprache analysiert werden. Es werden also Methoden der Computerlinguistik und der KI eingesetzt, um Schülereingaben flexibel verarbeiten zu können. Der Schwerpunkt wird darauf gelegt, einen möglichst realistischen Dialog zwischen Schüler und simuliertem Gesprächspartner zu ermöglichen. In PROMISE wird insbesondere die Anwendung räumlicher Präpositionen geübt, deren korrekter Gebrauch ein hoher Stellenwert beim Fremdsprachenlernen zukommt. Die Dialogübung zu räumlichen Präpositionen ist eine Übungssequenz zum Thema "Verkehrsunfall" eingebettet. In Rahmen einer Unfallsituation werden die Bilder eines Unfallherganges auf dem Bildschirm gezeigt. Man sieht eine Frau mit ihrem Hund an der Leine an der Straße stehen. Der Hund reißt sich los und läuft einem herannahenden Auto vor die Räder. Der Autofahrer kann ausweichen, fährt aber auf der Gegenfahrbahn gegen eine Ampel. Der Hund bleibt unverletzt. Der Schüler soll nun als Zeuge diesen Unfall der Polizei melden. Er telefoniert dazu mit einem vom System simulierten Polizisten, der nach den für eine Unfallmeldung relevanten Informationen fragt. Der Lerner wird in dieser Übung aufgefordert, eine genaue Beschreibung der Positionen der an einem Unfall beteiligten Personen und Objekte zu geben. Die Eingabe des Schülers wird dabei vom System analysiert. Bei der Analyse von räumlichen Beschreibungen wurde im wesentlichen der im LILOG verwendete Ansatz zur Verarbeitung von räumlichen Wissen verfolgt. Die

räumlichen Beschreibungen des Schülers werden dann in eine Skizze auf dem Bildschirm umgesetzt.
Diese skizzenhafte Darstellung dient hier dazu, mit dem Schüler über die Skizze in Interaktion treten zu können und die Korrektheit der Verwendung englischer Ausdrücke verifizieren zu können. Dies erfordert keine ganz genaue Repräsentation. Daher wird einzelnen Punkten in der depiktionalen Darstellung auch nicht wie in LILOG eine graduelle Zugehörigkeit zum berechneten Gebiet zugewiesen, sondern es werden eine oder mehrere konkrete Positionen in der Skizze berechnet, an denen ein Objekt eingefügt werden kann.

Der Schüler und der simulierte Polizist verständigen sich also in einem simulierten Dialog über die auf dem Bildschirm dargestellte Unfallskizze, die gemäß den Angaben des Schülers verändert und vervollständigt wird. Durch die graphische Darstellung wird der Schüler motiviert, eine genaue Beschreibung abzugeben. Bei verschiedenen Interpretationsmöglichkeiten hält das System mehrere Positionsvarianten zur Verfügung und tritt über die Graphik mit dem Schüler in Interaktion, so daß er darüber urteilen kann, ob ein Symbol an der richtigen Stelle eingesetzt wurde.

2.3.4. Zusammenfassung

Im zuerst darstellten System LILOG wird der rein propositionale Ansatz von [Wunderlich/Herweg 1991] übernommen, jedoch durch eine bildhafte Repräsentation der räumlichen Informationen ergänzt. Auf der Grundlage der dann sowohl propositional als auch bildhaft repräsentierten Daten können in diesem System Fragen zu vorher eingegebenen Sachverhalten beantwortet werden. Eine bildhafte Repräsentation scheint sich deshalb besonders gut zu eignen, da hier einige räumliche Aspekte direkt aus der skizzenhaften Darstellung abgelesen werden können. Ein Bild ist ohne die Darstellung der Form und der Position eines Objektes nicht möglich. Eine rein propositionale Repräsentation hat den Vorteil, daß auf die explizit dargestellten Daten jederzeit zugegriffen werden kann. Jedoch sind nicht alle erforderlichen räumliche Schlüsse auf der Basis dieser Regeln möglich, bzw. nur mit viel Aufwand. In dieser Arbeit werde ich mich auf dem von [Pribbenow 1992] vorgestellten und in LILOG eingesetzten Ansatz beziehen.

Ein anderes interessantes Einsatzgebiet für die Methoden zur Verarbeitung räumlichen Wissens wird in dem System VIENA demonstriert. In dem Wohnraumkonfigurierungsprogramm können mit natürlichsprachlichen Eingaben gewünschte Änderungen in einer dreidimensionalen Graphik angegeben werden. Dabei ist jedoch neben einer komplexeren räumlichen Verarbeitung, die z.B. auch die kanonische Lage von Objekten berücksichtigen muß, auch der Einsatz von neuesten Visualisierungsmethoden nötig.

Im PROMISE-Sprachlehrsystem wird Sprache im Dialog mit dem System gelernt. Auch die Präpositionsübung wurde daher in einen Handlungskontext, nämlich der Meldung eines Verkehrsunfalles, integriert. Die Beschreibungen des Schülers werden syntaktisch analysiert, wobei nach Interferenzfehlern gesucht wird, für die dann eine adäquate Fehlererklärung geliefert werden kann. Wenn der Schüler semantische Fehler gemacht hat, wird ihm angegeben, mit welchen Ausdrücken er eine exaktere Beschreibung formulieren könnte, oder wird er vom simulierten Polizisten aufgefordert, einen neuen Satz zu formulieren. Die vom Schüler verursachten semantischen Fehler wurden in PROMISE nicht erklärt. Im Rahmen dieser Arbeit können solche semantischen Fehler beim Erlernen von räumlichen Präpositionen erkennt und erklärt werden. Dies kann erfolgen, wenn man beispielsweise die Anordung von Objekten in der fremden Sprache mit der Anordnung von Objekten in der Muttersprache vergleicht, um die Differenzen zwischen die beiden Situationen herauszufinden. Nachdem der Schüler einen auf dem Bildschirm simulierten Unfall der Polizei telefonisch gemeldet hat, sollte ein Polizist mit seiner Skizze an den Ort des Geschehens kommen, um sich ein genaues Bild von den Vorgängen machen zu können. Um sicher zu gehen, fragt er noch mal den Schüler, den Unfall zu beschreiben und dadurch erstellt er eine neue Skizze der Situation kurz vor dem Unfall. Der L1-L2-Vergleich von der beiden erstellten Skizzen erlaubt die Fehler des Schülers zu erkennen und zu erklären.

Damit schließe ich die Betrachtung des Zweitssprachenerwerbs und der Fehleranalyse in CALL-Systeme sowie der multimodalen Repräsentation von Konzepten ab. In dem nächsten Kapitel wird die Problematik dieser Arbeit thematisiert, nämlich den L1-L2-Vergleich zwischen französischen und deutschen topologischen Präpositionen.