

Carstensen, Kai-Uwe (1991): Aspekte der Generierung von Wegbeschreibungen. LILOG-Report 190. [dies ist eine reformatierte und leicht revidierte Version]

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
2.	Wegbeschreibungen	5
2.1	Wegauskünfte	5
2.2	Eigenschaften von Wegbeschreibungen.....	9
2.2.1	Der kognitive Aspekt.....	9
2.2.2	Der sprachliche Aspekt	10
2.2.3	Der kognitive Aspekt, erneut betrachtet	15
3.	Makroraum-Wissen	27
3.1	Der Begriff der 'Kognitiven Karte'	27
3.2	Die Entwicklung räumlicher Kognition.....	30
3.3	Eigenschaften kognitiver Karten	33
3.3.1	Elemente kognitiver Karten.....	33
3.3.2	Die Struktur kognitiver Karten	35
3.4	Der Aufbau kognitiver Karten.....	47
3.5	Ein Computermodell der Repräsentation und Verarbeitung von Makroraumwissen	51
4.	Sprachgenerierung	56
4.1	Sprachgenerierung in der Psycholinguistik.....	56
4.1.1	Aspekte der konzeptuellen Struktur	57
4.1.2	Die thematische Struktur präverbaler Botschaften	59
4.1.3	Die Generierung präverbaler Botschaften	61
4.1.4	Zugriff auf Lemmata	65

4.2	Sprachgenerierung in der Computerlinguistik	66
5.	Zur Beziehung von Makroräumwissen und Sprache bei der Generierung von Wegbeschreibungen	72
5.1	Ausgangspunkt: Wegbeschreibungen aus Wegenetzen	72
5.2	Das Problem: die Interdependenz von Such- und Beschreibungsprozessen	74
5.3	Routenwissen	78
5.3.1	Eigenschaften von Routenwissen	78
5.3.2	Der Aufbau von Routennetzen	81
5.4	Konzeptuelle Aspekte der Generierung von Wegbeschreibungen	85
5.4.1	Routenkategorisierung	85
5.4.2	Ereignisse, Zustände und Prozesse	89
5.5	Semantische Aspekte der Generierung von Wegbeschreibungen	91
5.6	Aspekte der Textstruktur von Wegbeschreibungen	104
5.7	Wegbeschreibungen aus Routennetzen	108
6.	Routenfindung	110
6.1	Anforderungen an eine Routenfindungskomponente	110
6.2	Erfahrungsbasierte Routenfindung	111
6.3	Planungsbasierte Routenfindung	115
6.4	Simulation von Routenlernen	118
Fazit	120
Literaturverzeichnis	122

1. Einleitung

Sprache und Raum - diese Thematik hat in den letzten zwei Jahrzehnten zunehmend an Bedeutung gewonnen. Eine der Hauptursachen hierfür ist sicherlich eine Entwicklung, die sich gegenwärtig innerhalb der Linguistik vollzieht: Gegenstand der Forschung ist nicht mehr ausschließlich die Beschreibung sprachlicher Strukturen; stattdessen "geht es verstärkt um die Frage, wie sprachliches Wissen mental repräsentiert und kognitiv verarbeitet wird" (Felix et al. 1990:5). Aufgabe dieser *Kognitive Linguistik* genannten Subdisziplin¹ ist es somit, die der Sprachbeherrschung zugrunde liegenden Strukturen und Prozesse aufzudecken, die sich an einzelsprachlichen Phänomenen einerseits eruieren, andererseits verifizieren lassen. Es darf daher nicht verwundern, daß in bezug auf semantische Fragestellungen bevorzugt räumliche Ausdrücke - als ein Fragment, das einen wesentlichen Teil des Basisinventars einer natürlichen Sprache umfaßt - für Analysen herangezogen wurden und werden (vgl. Bierwisch/Lang 1987/1989, Bierwisch 1988 usw.).

Die Entwicklung der Kognitiven Linguistik ist jedoch nicht isoliert zu betrachten. Sie ging einher mit bzw. entstand aus einem gesteigerten Interesse an der menschlichen Kognition, das sich in den 50er Jahren in Abgrenzung zum radikalen Behaviourismus entwickelte. Dieses Interesse führte zum Zusammenschluß von Forschungsbestrebungen so unterschiedlicher Disziplinen wie Psychologie, Linguistik, Informatik (speziell der Künstlichen Intelligenz-Forschung), Philosophie und Neurowissenschaften zur sogenannten *Kognitionswissenschaft*. Deren wesentlichste Grundannahme besteht darin, kognitive Prozesse als informationsverarbeitende Prozesse zu betrachten. Der menschliche Geist wird somit als ein abstraktes informationsverarbeitendes System aufgefaßt, dessen Struktur und Verhalten es zu beschreiben gilt. Aus dem vielfach postulierten stark modularen Aufbau eines solchen Systems (vgl. Fodor 1983) folgt das Bestreben, gerade die Interaktion verschiedener kognitiver Moduln und gleichzeitig die Beziehung zwischen unterschiedlichen Strukturen bzw. Repräsentationsformaten zu erforschen.

¹ Präziser ausgedrückt handelt es sich hierbei nicht um eine weitere Teildisziplin der Sprachwissenschaft, sondern vielmehr um einen allgemeinen, neuartigen Zugang zu deren Gegenstandsbereich (E. Lang, pers. Komm.).

Innerhalb dieses Paradigmas war es die wachsende Aufmerksamkeit, die der Beziehung von Sprache und Wahrnehmung zukam (vgl. Miller/Johnson-Laird 1976), die Entwicklung elaborierter Theorien über visuelle Wahrnehmung (Marr 1982) und mentale Bilder (Kosslyn 1980), und nicht zuletzt die fundamentale Rolle räumlichen Wissens für das menschliche Verhalten, die zu einem gesteigerten Interesse an der Thematik Sprache und Raum führten. Dies spiegelt sich in Untersuchungen wider, die sich mit der Interpretation räumlicher Ausdrücke anhand von mentalen Modellen (vgl. Johnson-Laird 1983), von perzeptionsbasierten konzeptuellen Strukturen (Lang 1987/1989) oder von bildhaften Repräsentationsformaten (Habel 1988, Habel/Pribbenow 1988, Habel 1989) beschäftigen.

Allerdings befassen sich diese wie auch die genuin kognitiv-linguistischen Arbeiten überwiegend mit Phänomenen, die den sogenannten *Mikro-Raum* betreffen, also z.B. mit räumlichen Objekteigenschaften, durch Präpositionalphrasen beschriebenen Objektkonstellationen oder durch Verben ausgedrückten Bewegungskonzepten. Die Thematik Sprache und *Makro-Raum* (nach Weissenborn 1985:209: "Raum, der von einem Punkt aus nicht vollständig überblickt werden kann") ist im Verhältnis dazu nur spärlich untersucht worden, was möglicherweise auf die inhärente Komplexität des räumlichen und sprachlichen Aspekts einerseits sowie auf die Schwierigkeit einer systematischen und kontrollierten Datenerhebung andererseits zurückzuführen ist. Sie umfasst im wesentlichen Untersuchungen zu Wohnungsbeschreibungen (Linde/Labov 1975) und Wegauskünften (Klein 1979, 1982; Wunderlich/ Reinelt 1982; Weissenborn 1985; Habel 1987; Meier et al. 1988).

Sprachproduktion, d.h. die *Generierung sprachlicher Äußerungen*, gilt - im Vergleich z.B. zum Sprachverstehen - als ein relativ unterentwickeltes Forschungsgebiet. Zum einen hängt dies mit dem Schwierigkeitsgrad der experimentellen Datenerhebung zusammen: Produktionsexperimente sind weitaus diffiziler zu kontrollieren als Rezeptionsexperimente (vgl. Danks 1977:234). Zum anderen scheint Sprachproduktion in mehrfacher Hinsicht komplexer zu sein als Sprachverstehen. Als Beispiele können hier das Selektionsproblem (Was will ich überhaupt sagen?; Wie sage ich das, was ich sagen will?) und das Linearisierungsproblem (Wann bzw. in welcher Reihenfolge sage ich das, was ich sagen will?) genannt werden. In einem Satz: "What people can do with words is incredible, and its psychology is still largely a mystery" (Levelt 1989: Preface).

Die Untersuchung des Phänomens der *Generierung von Wegbeschreibungen* (als konstitutiven Bestandteilen von *Wegauskünften*) bietet in dem weitergefaßten, kognitions-wissenschaftlichen Rahmen die Möglichkeit, die Interaktion von Makroräumwissen und Sprachkenntnis zu analysieren. Wegbeschreibungen verlangen von einem Auskunftgebenden einerseits das Suchen eines Wegs in seiner mentalen Repräsentation des (entsprechenden) Makroräums (der sogenannten *Kognitiven Karte*) und andererseits die Verbalisierung einer entsprechend aufgebauten Wegstruktur (einer sogenannten *Route*) in angemessener Form. Die Interdependenz von Suche und Beschreibung stellt dabei eine wesentliche Fragestellung bei der Generierung von Wegbeschreibungen dar (Hoepfner et al. 1990).

In Kapitel 2 wird zunächst ein Überblick über das Phänomen 'Wegbeschreibung' gegeben. Dabei soll - "weil man sinnvollerweise annehmen kann, daß eine Beziehung besteht zwischen dem Format der Gedächtnisrepräsentation und der Zugänglichkeit dieser Information für Verbalisierungsprozesse" (Weissenborn 1985:227) - versucht werden, neben genuin sprachlichen Eigenschaften von Wegbeschreibungen auch Hinweise auf die Repräsentation und Verarbeitung makroräumlichen Wissens zu gewinnen. In Kapitel 3 werden - vorwiegend aus der Kognitions- und Umweltpsychologie (Environmental Psychology) stammende - Untersuchungen betrachtet, die Aufschlüsse über Struktur und Aufbau kognitiver Karten geben können. Kapitel 4 liefert einerseits eine Übersicht über das Phänomen Sprachgenerierung aus psycholinguistischer Sicht und stellt außerdem einige für diese Arbeit relevante Aspekte der Textgenerierung aus dem Bereich der Computerlinguistik vor. In Kapitel 5 wird untersucht, in welcher Beziehung für Wegbeschreibungen relevantes Makroräumwissen (Routenwissen) und sprachliches Wissen stehen. Ziel hierbei ist der Entwurf eines kognitiven Modells der Generierung von Wegbeschreibungen. In Kapitel 6 wird schließlich ein Vorschlag zur Realisierung einer der zentralen Komponenten dieses Modells (der Routenfindungskomponente) gemacht, der die computerlinguistische Nachbildung und somit Simulation der empirischen Sprachdaten ermöglicht.

Intention der vorliegenden Arbeit ist es nicht primär, ein in jeder Hinsicht umfassendes System zur Generierung von Wegbeschreibungen zu vorzustellen, sondern einen Überblick über den Untersuchungsgegenstand zu geben und in einem kognitionswissenschaftlichen Rahmen anhand einer interdisziplinär angelegten Vorgehensweise die Interaktion sprachlicher und kognitiver Faktoren zu analysieren. Als eine wesentliche Annahme wird dabei ver-

treten, daß eine adäquate Modellierung der Repräsentation und Verarbeitung von Routen(wissen) zentral ist für die Frage der Interaktion von Wege- und Sprachplanung sowie für eine adäquate Lösung des Selektions- und Linearisierungsproblems in diesem Bereich.*

* Ich möchte an dieser Stelle all denen danken, die mir durch ihre Anmerkungen ein wertvolles Feedback gegeben haben. Besonderer Dank gilt Michael Herweg, Ewald Lang und Heike Tappe sowie meinem "natürlichen Leser" Claus-Rainer Rollinger.

2. Wegbeschreibungen

Wegauskünfte sind kein unterrepräsentierter Untersuchungsgegenstand in der Linguistik. Im Gegenteil, es existieren eine Reihe auf empirischen Datenerhebungen basierende Analysen zur Dialogstruktur dieses komplexen Phänomens sowie zum Aufbau und sprachlichen Inventar von Wegbeschreibungen (Klein 1979, Wunderlich/Reinelt 1982, Klein 1982, Habel 1987, Schopp 1989). Diese Daten² und Analysen, außerdem vorliegende Hypothesen über zugrunde liegende kognitiv-sprachliche Prinzipien, bilden somit die Grundlage für ein zu erstellendes Modell der Generierung von Wegbeschreibungen. Allerdings sind, wie sich zeigen wird, eine Reihe relevanter Aspekte bisher noch nicht oder nur ansatzweise berücksichtigt worden bzw. bei Einbezug weiterer Informationen in anderer Weise interpretierbar. Dies erlaubt möglicherweise eine umfassendere Beschreibung des Phänomens 'Wegbeschreibung' und läßt so die hier vorgenommene, kognitionswissenschaftlich orientierte und interdisziplinär angelegte Untersuchung gerechtfertigt erscheinen. In diesem Kapitel sollen zunächst überwiegend linguistisch motivierte Analysen durchgeführt werden.

2.1 Wegauskünfte

"Wie komme ich zum Bahnhof?" - Fragen dieser Art drücken das Bedürfnis einer Person nach der Auskunft über einen Weg *von* einem bestimmten Ort *zu* einem anderen Ort aus. Sie stellen, trotz ihrer scheinbaren Trivialität, in bezug auf Generieren bzw. Verstehen einer solchen Auskunft einen hohen Anspruch an den Adressaten (A) sowie an den Fragestellenden (F). Wunderlich/ Reinelt (1982) unterscheiden in bezug auf diesen, *Wegauskunft* genannten, Diskurstyp drei Aufgaben, die für einen erfolgreichen Verlauf der Interaktion von F und A erfüllt werden müssen:³

² Das sind Wegauskünfte in den Innenstädten von Frankfurt (Klein), Düsseldorf (Wunderlich/Reinelt) und Trier (Habel, vgl. Köbsell et al.) bzw. Wegauskünfte im Schnellbahnnetz von Hamburg (Kühn/Schopp).

³ Weissenborn (1985) liefert Hinweise dafür, daß diese Unterscheidung verschiedener Aufgaben oder Aspekte von Wegauskünften unabhängig von ihrer analytisch-theoretischen Motivation empirisch gerechtfertigt und methodologisch sinnvoll ist.

Die kognitive Aufgabe. A muß eine "kognitive Karte" (s. Kap.3) des relevanten räumlichen Bereiches aufbauen; in dieser Karte muß er die beiden Orte lokalisieren und einen angemessenen Weg zwischen ihnen finden. F hingegen muß anhand der Beschreibung des Weges einen Plan bzw. eine mentale Vorstellung des Weges aufbauen und die wesentlichen Teile von Beschreibung und Plan memorieren.

Die interaktive Aufgabe. F muß die verbale Interaktion initiieren und terminieren. Er muß seine Frage deutlich genug äußern, gegebenenfalls Präferenzen bzgl. Zeitdauer, Fortbewegungsart (z.B. Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel, zu Fuß, mit dem Auto) o.ä. angeben und Rückmeldung über die erhaltene Information geben. A muß eine Beschreibung des Weges geben, die, um Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten, teilweise zu wiederholen, zusammenzufassen oder um hilfreiche Information zu erweitern ist.

Die sprachliche Aufgabe. A muß eine konzise Beschreibung des Weges geben. Hierzu gehört insbesondere eine klare Angabe des Verhaltens an Entscheidungspunkten.

Wegauskünfte gliedern sich nach Wunderlich/Reinelt in vier Phasen auf: Anfang, Wegbeschreibung, Absicherung und Schluß. In der *Anfangsphase* eröffnet F zunächst das Gespräch durch die Frage nach dem Weg. Hierauf reagiert A, indem er entweder - nach mehr oder weniger großer Planungspause - direkt mit der *Wegbeschreibung* (Anfang der zweiten Phase) beginnt, indem er sich des Verstehens der Frage noch einmal rückversichert, weitere Informationen anfordert, Kommentare abgibt ("Ja, das ist nicht weit"), indem er F zu einem Ort begleitet, von dem aus er eine einfachere Wegbeschreibung liefern kann, oder indem er sein Nicht-Wissen signalisiert ("Tut mir leid, das kann ich Ihnen nicht sagen / ich bin auch fremd hier", Übergang zur Schlußphase). Abhängig von A's Reaktion muß F bestätigen, daß A die Frage richtig verstanden hat oder muß weitere Information liefern.

Nach der Wegbeschreibung, die immer von A begonnen und beendet wird, folgt die Phase der *Absicherung*. Sie beinhaltet im einfachsten Fall eine Rückmeldung von F, daß er die Wegbeschreibung verstanden hat. Trifft dies nicht (sofort) zu, versucht A den Erfolg seiner Aufgabe durch Wiederholungen (von Teilen) der Beschreibung oder durch Ergänzungen zu

erreichen.⁴ Es ist dann immer F, der die Absicherungsphase beendet und entsprechend die *Schlußphase* z.B. durch Dankesäußerungen einleitet. Allerdings wird der eigentliche Abschluß erst durch die Trennung von F und A vollzogen. Ist dies noch nicht geschehen, so kann A durch weitere Anmerkungen (d.h. durch Wiedereintritt in die Absicherungsphase) reagieren. Die gesamte Diskursstruktur von Wegauskünften veranschaulicht Abb. 1.

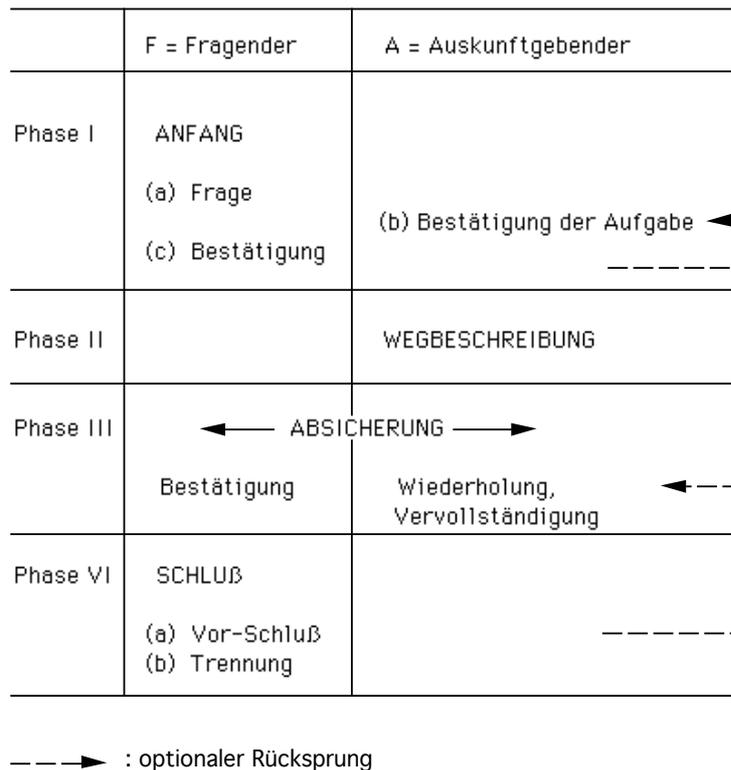


Abb. 1: Die Diskursstruktur von Wegauskünften⁵

⁴ Hier unterscheiden sich die Analysen von Wunderlich/Reinelt und Klein (1979). Während Klein diese Versicherungsbemühungen von A mit der Planung und der sprachlichen Umsetzung der Wegbeschreibung als *Mittelstück* einer Wegauskunft zusammenfasst, begründen Wunderlich/Reinelt die Eigenständigkeit der Absicherungsphase durch deren - im Vergleich zur Wegbeschreibungsphase - betont interaktive Struktur. Diesem Argument ist aus diskursanalytischer Sicht zuzustimmen. Deshalb wird das Wegauskunftsschema der beiden Autoren, nicht zuletzt wegen seiner Explizitheit, hier vorgestellt. Allerdings liegt der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit auf der Untersuchung der einer Wegbeschreibung zugrundeliegenden Prozesse und Repräsentationen. Hierfür erweist sich die von Klein vorgenommene Gruppierung als sinnvoll und angemessen. So wird es z.B. notwendig sein, die *Unterschiede* zwischen der eigentlichen (oder initialen) Wegbeschreibung und den Beschreibungen der Absicherungsphase zu betrachten oder eine Beziehung zwischen der Art der Planungspause und den angebotenen Wegalternativen herzustellen. Aus diesem Grund sind im folgenden alle Komponenten des Mittelstücks in die Untersuchung von Wegbeschreibungen miteinbezogen.

⁵ nach Wunderlich/Reinelt (1982:186).

Bei ihrer Analyse von Schnellbahnwegauskünften stellt Schopp (1989) fest, daß *Bewertungen* gefundener Wege ("is günstiger, als wenn Sie jetzt noch öfters umsteigen müssen"), insbesondere bei der Abgrenzung zu alternativen Wegen, eine wichtige Rolle spielen. Sie kommt daraufhin zu dem Schluß, daß "ihr häufiges und ausgedehntes Auftreten sowie ihre relative Selbständigkeit und interne Strukturierung" (ebd., S. 48 f.) die Annahme einer eigenständigen und somit zusätzlichen Phase (*Bewertungsphase*) rechtfertigen.

2.2 Eigenschaften von Wegbeschreibungen

2.2.1 Der kognitive Aspekt

Die *Planung* einer Wegbeschreibung geschieht nach Klein (1979) in zwei Schritten. Zunächst muß A einen Teil seiner kognitiven Karte aktivieren, der den Start (in der Regel der Standort von F und A) und das Ziel des zu suchenden Weges enthält. Diesen Kartenausschnitt, in dem Start und Ziel dann lokalisiert werden müssen, nennt Klein den *Primärplan*. Anhand der folgenden Texte unterscheidet er zwei Arten, wie der Primärplan aufgebaut werden kann:

(1) Klein_G11

- F Entschuldigung, können Sie mir bitte sagen, wo's zum Goethehaus geht? [3 sec]
 A Goethe-
 F ja
 A haus? Ja, gehn Se da rauf, immer gerade aus, erste Straße links, erste Straße rechts
 F Links, erste rechts dankeschön
 A ja

(2) Klein_G15

- A Ja; [10 sec] hier die Zeil runter, auf der anderen Seite, ja [sec] praktisch gehn Se jetzt hier an [3 sec] eh [3 sec] Sie müssen wohl von hinten rüber, weil da ne Ampel is, ja; da hinter der Kirche lang; dann gehn Se rechts die Straße wieder grad runter und dann müssen Se bis zur [2 sec] wie heißt'n das? auf der linken Ecke [4 sec] bis die ne Rolltreppe kommt, da is Möbel Mann, diese Straße müssen Sie links rein; und die erste wieder rechts; [F: gut, dankeschön] also, auf der einen Seite ist, eh Neckermann, Reisebüro, und auf der anderen Straßenecke ist Möbel Mann; *die* Straße links rein und dann die erste rechts.

Im Fall (1) scheint A einen klaren Primärplan zu besitzen, bevor er zu sprechen beginnt. Klein bezeichnet ihn daher als *Vorausplaner*. Im Gegensatz dazu scheint A in (2) den Primärplan sukzessive zu elaborieren. Er ist ein *Etappenplaner*, der schon zu reden beginnt, auch wenn er noch nicht zuende geplant hat, und der so stückweise - etappenweise - weiterverfährt (s. hierzu aber Kap. 2.2.3).

Allerdings eignet sich der einmal aufgebaute Primärplan noch nicht zur Verbalisierung. Es müssen die für die Wegbeschreibung notwendigen Informationen selektiert und in dem

sogenannten *Sekundärplan* angeordnet werden. Dessen zugrunde liegendes Prinzip ist das der *imaginären Wanderung* (vgl. auch Linde/Labov 1975, Ullmer-Ehrich 1979). Anhand dieses Prinzips bestimmt, enthält der Sekundärplan eine Abfolge von Fixpunkten (Landmarken), die jeweiligen Richtungsangaben an Entscheidungspunkten und Angaben von Handlungen. Landmarken können dabei nicht nur als Referenzpunkte für Richtungsangaben dienen, sondern bei längeren Teilstrecken auch als Bestätigung für den Fragenden, daß er sich noch auf dem richtigen Weg befindet. Ebenso wie der Primärplan kann nach Klein auch der Sekundärplan "vorweg oder schrittweise" (Klein 1979:29) aufgebaut werden. Habel (1987) unterscheidet zusätzlich zwischen *Wegen* und *Routen*. Wege können in der bisherigen Terminologie als das Ergebnis einer imaginären Wanderung aufgefaßt werden. Sie werden zu Routen transformiert, die in etwa dem Sekundärplan entsprechen.⁶

2.2.2 Der sprachliche Aspekt

Struktur und sprachliches Inventar von Wegbeschreibungen

Nach Wunderlich/Reinelt (1982) läßt sich eine Wegbeschreibung in drei Segmente (sog. "constructional units") unterteilen, die jeweils charakteristische sprachliche Eigenschaften aufweisen: die Anfangsrouten, die Zwischenrouten und die Endroute.

Der Beginn der *Anfangsrouten* ist üblicherweise der Standort von Sprecher und Hörer, der als *Origo* (dem "Hier-Jetzt-Ort" einer Sprechhandlung)⁷ dient. Dieser Umstand kann als Ursache für das sie kennzeichnende Auftreten des primärdeiktischen Wortes hier - oft verbunden mit Zeigegesten - angesehen werden; hier kann nur hier und nicht in den anderen Segmenten auftreten. Wunderlich/Reinelt (1982: Fn. 7) schreiben hierzu:

"Primary deixis only concerns the speaker, or the speech event, as such (with its local, temporal, and personal aspects), whereas secondary deixis concerns the body of the speaker and its possible positions within the spatial area. This may explain why, with regard to those parts of the route that are out of sight, only secondary deixis is possible. It is not the speaker, or hearer, who is transferred, but his bodily position."

⁶ Zu einer detaillierteren Beschreibung und Motivation der angenommenen Transformationsprozesse siehe Kap. 5.

⁷ Vgl. hierzu W. Klein, "Wo ist hier? Präliminarien zu einer Untersuchung der lokalen Deixis", *Linguistische Berichte* 58, 18-40.

Weiterhin charakteristisch für eine Anfangsrouten ist die Beschränkung der Beschreibung auf den sichtbaren Bereich.

Auf die Anfangsrouten folgen die *Zwischenrouten*, die im wesentlichen aus einer Abfolge von Handlungsanweisungen für Bewegungen von, zu und relativ zu Orientierungspunkten (Landmarken) bestehen. Die einzelnen Handlungsanweisungen, mithilfe entsprechender Verben ausgedrückt (gehen, fahren, Bahn nehmen, umsteigen usw.) werden dabei durch (und) da oder (und) dann verbunden. Dabei erfordert die Versprachlichung der Traversierung eines Objektes die Wahl angemessener sprachlicher Mittel. So geht man *durch* eine Gasse, *über* einen Platz, aber eine Straße *entlang*, *rauf* oder *runter*.⁸ Richtungswechsel werden durch sekundärdeiktisch verwendete Adverbien wie rechts und links angezeigt, Richtungsbeibehaltung durch (geradeaus) weiter angegeben. Kontinuität in der Richtung der Bewegung drückt sich in dem Gebrauch von immer aus (immer geradeaus gehen, immer links halten). Orientierungspunkte werden oft als durch die Konstellation bis + PP verbalisierter Endpunkt eines Bewegungsereignisses mitgeteilt.

Markante Landmarken können aber auch als *Zwischenziele* eingeführt werden. Dieses kann auf zwei verschiedene Weisen geschehen: entweder wird die Bewegung als durch ein sekundäres Zwischenziel abgeschlossenes Ereignis konzeptualisiert, woraufhin dieser Zielort durch das primäre Zwischenziel elaboriert wird (s. (3)); oder die Bewegung wird zunächst als dynamischer Zustand (Prozeß) konzeptualisiert und danach das Erreichen oder der Kontakt mit dem Zwischenziel als Ereignis ausgedrückt (s. (4)).

(3)

EREIGNIS

ZUSTAND

BEWEGUNG + NEBENZIEL.

KONSTATIERUNG HAUPTZIEL⁹

Gehen Sie bis zur nächsten Ecke.

Da ist (dann (direkt))_{ziel} der Hauptmarkt

⁸ Hier scheinen standardisierte Konzeptualisierungen der Traversierung von Instanzen bestimmter Objektklassen zu existieren (vgl. über die Straße gehen vs. über den Kudamm/die Reeperbahn schlendern).

⁹ Die Ausdrücke in Kapitälchen stellen Klassifizierungen auf der Ebene der Situationskategorien (EREIGNIS, ZUSTAND, PROZESS) bzw. auf der Inhaltsebene dar, die hier noch einen vortheoretischen Charakter und eine veranschaulichende Funktion haben. In den Kapiteln 5.4 und 5.5 werden diese beiden Ebenen näher betrachtet und die relevanten Begriffe genauer spezifiziert.

(4)

ZUSTAND (PROZESS)

EREIGNIS

BEWEGUNG

KONSTATIERUNG {*Kontakt; Erreichen*} ZIEL

Gehen Sie die Straße runter.

Dann

{*treffen / stoßen Sie (direkt)_{ziel} auf den; kommen / gelangen Sie (direkt)_{ziel} zum*}

Hauptmarkt

Durch die Indizierung mit 'ziel' soll hier angedeutet werden, daß eine große strukturelle Ähnlichkeit zwischen Zwischenzielkonstatierungen und Zielkonstatierungen (die die *Endroute* charakterisieren) besteht.¹⁰ Beide Äußerungstypen unterscheiden sich, zumindest in bezug auf diese Schemata, nur dadurch, daß die Zielkonstatierung, aber auch nur sie, eine Markierung wie direkt enthalten kann.¹¹ Damit ist nicht ausgeschlossen, daß es auch spezifische Endroutenbeschreibungen gibt (z.B. "Dann sehn Sie's schon").

Eine globale Struktur für Wegbeschreibungen

Wie in Kapitel 2.1 kurz angesprochen wurde, dient die Absicherungsphase einer Wegauskunft dazu, den Erfolg der Wegauskunft sicherzustellen. Zu verschiedenen Sicherungsmöglichkeiten schreiben Wunderlich/Reinelt (1982:187f):

"B [der Auskunftgebende] may summarize, repeat, paraphrase, or complete crucial parts of the description, or conditions for the decisions that have to be taken. He may even recapitulate the whole description. He may also give supplementary hints about distances and durations. He may refer to possibilities of re-enquiry, or to points he himself is not sure of."

Eine Betrachtung der vorhandenen Wegbeschreibungskorpora zeigt, daß zusätzlich zu diesen scheinbar beliebigen Sicherungsmöglichkeiten eine Systematik im Verhältnis der initialen Wegbeschreibung zu den Beschreibungen der Absicherungsphase zumindest tendentiell erkennbar ist. Als Beispiele hierfür sollen die Wegauskünfte in (5) und (6) dienen.

(5) Köbsell_et_al._3.7

¹⁰ In ihrem "minimal standard model" für Wegbeschreibungen zeigen Wunderlich/Reinelt diese Ähnlichkeit nicht auf, sondern kennzeichnen Zielkonstatierungen nur durch das Schema 'direkt ZIEL'.

¹¹ In einem Fall einer Schnellbahnauskunft kennzeichnet ein Auskunftgebender ein Zwischenziel mit direkt: "[...] gehen Sie runter, kommen Sie direkt zur U-Bahn" (Kühn/Schopp_30). Dies scheint aber eine Ausnahme zu sein.

- F1 Entschuldigen Sie, können Sie uns sagen, wie wir zum Karl-Marx-Haus kommen?
- A Ja. Und zwar, wenn Sie hier den Platz überqueren die Straße hoch bis ganz oben hin, da kommt irgendwann...ehm...ne Ampel und dann stehn Se praktisch, eh, gehn Se über die Ampelanlage [F1: Hm] rüber und dann stehn Se praktisch davor
- F2 Welche von diesen Straßen?
- A Eh, hier rüber, ehm, wo's Bley is, ne, gehn Se grade hoch [F2: Hm. Ah, da!] immer gradaus an Horten vorbei an der Post vorbei, dann [F1: Hm] kommt der, eh, Kornmarkt mit sonem riesengroßen weißen Brunnen, da auch dran vorbei und dann halten Se sich immer rechts, und dann kommt, wie gesagt, die Ampel und da gehen Sie rüber und halten sich aber wieder rechts, das is, eh, Brückenstraße, an der Ecke is noch ne Apotheke, dann is es ungefähr zwanzig, dreißig Meter auf der rechten Seite [...]
- (6) Wunderlich/Reinelt_Fn.2
- F Entschuldigung, wissen Sie, wo die Einsiedelstraße ist? [...]
- A Da müssen Sie hier die nächste Straße links rein dann halten Sie sich wieder links, kommen Se da unter de Unterführung durch und dann auf der rechten Seite kommt die Paulusmühlenstraße, da is die Einsiedelstraße, ja?
- F Ja, ...
- A Also links, nochmal links unter de Brücke durch die Querstraße is die Einsiedelstraße
- A Gut, dankeschön.

Es fällt auf, daß die beiden Wegauskünfte sich insoweit strukturell ähneln, als auf die erste Wegbeschreibung nach einer Nachfrage bzw. einem Zögern eine zweite Wegbeschreibung folgt. Sie unterscheiden sich darin, daß in (5) die erste Wegbeschreibung undetailliert und die zweite ausführlich ist, während in (6) genau das umgekehrte Verhältnis vorliegt. Für diese Muster lassen sich weitere Beispiele finden, (5) und (6) sind somit keine Einzelphänomene. Dies rechtfertigt es m. E., die beiden in der Diskursstruktur getrennten Abschnitte einer Wegauskunft *inhaltlich* zusammenzufassen und entsprechende strukturelle Beziehungen zwischen ihnen zu untersuchen. Eine sich so ergebende *Globalstruktur* von Wegbeschreibungen läßt sich ansatzweise durch die Annahme zweier Strukturmuster beschreiben:

(7)

WEGBESCHREIBUNG1 (undetailliert)	ELABORIERUNG	WEGBESCHREIBUNG2 (detailliert)
WEGBESCHREIBUNG1 (detailliert)	KONDENSIERUNG	WEGBESCHREIBUNG2 ¹² (undetailliert)

ELABORIERUNG und KONDENSIERUNG kann man dabei als Relationen interpretieren, die *im Idealfall* zwischen der gesamten initialen und der gesamten absichernden Wegbeschreibung bestehen und die, werden sie als *Strategien* aufgefaßt, von einem Auskunftgebenden wahlweise verwendet werden können.¹³ Dieses setzt allerdings eine auf den Detaillierungsgrad bezogene *Homogenität* der Wegbeschreibungen bzw. der zugrunde liegenden kognitiven Karten/Sekundärpläne voraus.¹⁴ Möglicherweise ist die Tatsache, daß kognitive Karten von Auskunftgebenden (und somit die Wegbeschreibungen) in dieser Hinsicht meistens inhomogen sind, die Ursache dafür, daß die Strategien nur *partiell* angewendet werden und so zu den unterschiedlichen Ausprägungen von Wegbeschreibungen führen.

Es stellt sich nun die Frage, ob diesen Strategien kognitive oder sprachliche Prinzipien zugrunde liegen. Hierzu soll angenommen werden, daß zumindest die Unterschiede, die die *inhaltliche* Explizitheit betreffen (z.B. Nennung vs. Nicht-Nennung von Landmarken) nicht-sprachlichen Ursprungs ist (s.u., Kap. 2.2.3). Betreffs der Unterschiede in *sprachlicher* Explizitheit ("Gehen Sie die x-Straße entlang bis y. Gehen Sie dann rechts in die z-Straße" vs. "die x-Straße entlang bis y, dann rechts in die z-Straße") wird es weiterer Untersuchungen bedürfen, um festzustellen, ob sie auf genuin sprachlichen Prinzipien beruhen, oder ob sie ebenfalls auf allgemeinen kognitiven Prinzipien basieren. Diese sprachlichen Unterschiede werden daher im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter betrachtet.

Verwendete Beschreibungsmittel

¹² Hier sind die kapitalisierten Ausdrücke als Elemente der Textstrukturebene aufzufassen. Zu einer eingehenderen Betrachtung dieser Ebene s. Kap. 5.6.

¹³ Die Strategien sind im übrigen mehrfach anwendbar, außerdem ist eine weitere Strategie, WIEDERHOLUNG, für eine identische Wiedergabe der initialen Wegbeschreibung anzunehmen.

¹⁴ Auf diesen Aspekt unterschiedlicher Detaillierung oder Diskrimination wird in den Kapiteln 2.2.3 und 3.3.2 näher eingegangen.

Habel (1987) analysiert die in Köbsell et al. (1985) niedergelegten Wegbeschreibungen im Hinblick auf die darin verwendeten Beschreibungsmittel, d.h. Straßennamen, Landmarken, Richtungs- und Entfernungsangaben. Straßennamen werden danach in rund 45%, Landmarken in 78% und Richtungsangaben in rund 85% aller Fälle genannt. Entfernungsangaben spielen dagegen mit rund 18% nur eine untergeordnete Rolle. Werden Kombinationen von Beschreibungsmitteln betrachtet, so erweisen sich die Kombinationen Landmarken + Richtungsangaben (41%) und Straßennamen + Landmarken + Richtungsangaben (26%) als die häufigsten. Im Vergleich hierzu stellt Schopp (1989) fest, daß bei Schnellbahnauskünften Landmarken und Richtungsangaben eine untergeordnete Rolle spielen.

2.2.3 Der kognitive Aspekt, erneut betrachtet

Zur etappenweisen Elaboration des Primärplans

Die in Kapitel 2.2.1 eingeführten Begriffe 'Primärplan', 'Sekundärplan', 'Weg' und 'Route' scheinen sich auf den ersten Blick zu ergänzen bzw. zu überlappen. Bei näherer Betrachtung ergeben sich jedoch Schwierigkeiten mit der Verwendung des Begriffs 'Primärplan' und der Beziehung von Primärplänen und Wegen. Während bei Klein mit "Primärplan" "jenes Stück der kognitiven Karte, in dem Ziel und Standort lokalisiert sind" (Klein 1979: 26) gemeint ist, setzt Habel Wege und Primärpläne gleich (Habel 1987: 4f). Offensichtlich interpretiert Habel die Bezeichnung "Primärplan" als etwas 'Geplantes', wohingegen Klein auf eine zugrunde liegende Kartenmetapher rekurriert ("Die Antwortenden [...] haben eine Art 'kognitiven Stadtplan' im Kopf [...]" , Klein 1979:23). In Kapitel 3 werden die unterschiedlichen Verwendungsformen der Kartenmetapher näher behandelt werden. Dabei wird sich zeigen, daß es keinesfalls unproblematisch ist, von der Aktivierung oder dem Aufbau eines mentalen Kartenausschnitts zu sprechen, der den Start und das Ziel eines zu findenden Weges enthält.

Ebenso wie der Begriff des Primärplans erweist sich auch das Konzept von dessen Voraus- bzw. Etappenplanung als problematisch. Klein basiert diese Unterscheidung kognitiver Planungsprinzipien explizit auf bestimmten Unterschieden in den erhobenen sprachlichen Daten. Hiergegen läßt sich als grundlegender Einwand die Untersuchung Weissenborns (1985) anführen, die Hinweise dafür liefert, daß sprachliche Performanzphänomene nicht

unbedingt direkte Rückschlüsse auf die ihnen vorausgegangenen kognitiven Prozesse bzw. auf die ihnen zugrunde liegenden kognitiven Strukturen zulassen (s. hierzu auch Kap. 3.2).

Einen weiteren kritischen Punkt wirft die etappenweise Elaboration des Primärplans selbst auf. Hinter diesem Konzept verbirgt sich offenbar die Vorstellung, Primär- und Sekundärplan könnten sozusagen "in eine Richtung" vom Start aus aufgebaut werden. Schopp (1989:71) stellt in diesem Zusammenhang die Frage, "woher die Auskunftgebende, wenn ihr Streckenabschnitte auf der kognitiven Karte fehlen, die Gewißheit nimmt, daß der geschilderte Teilabschnitt der Route die Auskunftsuchende überhaupt näher an ihr Ziel heranhöhrt". Wenn also das Ziel noch nicht lokalisiert ist, woran orientiert sich die Primärplanerweiterung und die Sekundärplanbildung? Möglicherweise besteht das hier angesprochene Problem darin, daß bei dem von Klein geschilderten Ablauf der Planung zwei Interpretationen des Prinzips der imaginären Wanderung, nämlich als *Suchstrategie* und als *Darstellungsstrategie*, miteinander identifiziert werden. Daß diese beiden Aspekte differenziert werden müssen und somit eine eigenständige Wegfindungskomponente, wie Habel sie vorschlägt (vgl. seinen Unterschied zwischen Wegen und Routen), gerechtfertigt ist, formuliert Levelt (1989:139) folgendermaßen:

"Above, we considered a speaker's retrieval of the shortest or easiest route from a source place to a goal place in town. It is not enough for a speaker to make this spatial information conceptually available; the information should also be ordered for expression. The natural order is the connected sequence of loci from source to goal. *It is not necessarily the case that this is also the order in which a speaker retrieves the shortest route from memory.* He may well happen to become aware of the final part of the route before he has worked out the initial part in detail. *In other words, the natural order has to be imposed for the listener's sake.*¹⁵

Vor dem Hintergrund der genannten Argumente gegen die Vorstellung des etappenweisen Aufbaus eines Primärplans erscheint es sinnvoll, die empirische Fundiertheit dieses Konzepts zu hinterfragen: Ist eine entsprechende Interpretation der sprachlichen Daten zwingend, oder lassen die Daten auch Interpretationen anderer Art zu? Klein nennt einige Wegauskünfte (s.

¹⁵ Hervorhebung von mir.

(8)-(10))¹⁶, die er als Beispiele für Etappenplanung ansieht. Diese zeichnen sich insbesondere durch die Häufigkeit und Dauer der in ihnen vorkommenden *Planungspausen* aus.

(8) Klein_O17

A na, oh ja doch, [2 sec] Sie können [2 sec] hier rauf [2 sec] bis [6 sec] ehm, ich muß auch erst überlegen weil's son bissel verbaut wurde; [4 sec] Sie gehn jetzt hier eh zur Ecke dann links oben über den Platz, dann gehn Sie geradeaus, das ist die Goethestraße also nicht diese, sondern die nächste dann rauf, und dann stoßen Sie direkt das ist dann auf der rechte Seite das ist dann die alte Oper das sehen Sie schon [...]

(9) Klein_G12

A Goethehaus, ja, da drüben müssen Sie jetzt [1 sec] hier runter laufen [1 sec] also, Sie müssen jetzt hier runterlaufen, an dieser Kirche da, hinter dieser Kirche weiter, und dann die erste Straße links rein, und dann ist's, glaube ich, die erste Straße rechts

(10) Klein_G17

A ja; Moment [2 sec] okay [1 sec] du mußt hier durch, ja? und [4 sec] okay wie am besten, ja; hier durch, ja? is auch eine Straße; sehn Sie dieses Schild Bill-Binding Bier da oben, ja? okay und dann da geradeaus und jetzt ist es entweder, es gibt eh zwei kleine Gassen, ja, eh immer geradeaus, und dann kurz vor Berliner Straße, eh,eh, irgendwo in dieser Richtung; das weiß ich auch nicht so weit [...]

An diesen Wegbeschreibungen fällt zunächst auf, daß die Planungspausen nicht mehr oder weniger gleichmäßig verteilt, sondern jeweils am Anfang auftreten. Dieser Umstand läßt somit die Abstraktion eines allgemeinen Prinzips der Etappenplanung als ungerechtfertigt erscheinen. Weiterhin wird deutlich, daß die "Anfangsetappen" durchgehend auf den Sichtbereich beschränkt sind (vgl. "hier rauf", "hier runter", "hier durch) und keine größeren Wegabschnitte umfassen. Hier drängt sich eine alternative Hypothese auf, die weniger auf die vorhandenen kognitiven Strukturen (d.h. die kognitive Karte) rekurriert, sondern stärker verarbeitungsorientiert ist. Offensichtlich "kennen" die betreffenden Auskunftgebenden den

¹⁶ Dies sind drei der fünf von Klein genannten Beispiele für in Etappen geplante Wegauskünfte. Sind die Äußerungen von F für die Fragestellung irrelevant, so werden sie hier wie auch in folgenden Wegauskunftbeispielen nicht berücksichtigt.

Weg noch nicht, so daß eine Planung notwendig ist; gleichzeitig ist ihnen aber die ungefähre Richtung zum Ziel nach kurzer Überlegung bekannt. Das spezifische an diesen Beschreibungen ist nun, *daß die Auskunftgebenden die Verbalisierung beginnen, bevor sie die Planung abgeschlossen haben*. Aus diesem Grund beschreiben sie, entsprechend beeinträchtigt, den Sichtbereich in der dem Ziel zugewandten Richtung. Ist die Planung beendet, so wird die Beschreibung wie "vorausgeplant" zuende geführt.

Nicht alle Planungspausen müssen auf diese Weise erklärt werden können. Z. B. ist es möglich, daß der Sequenz "praktisch gehn Sie jetzt hier an [3 sec] eh [3 sec]" (s. (2)) ein bereits geplanter Weg zugrunde liegt, daß sich aber bei der imaginären Wanderung die nächste Ecke als schwer beschreibbar herausstellt und daraufhin eine lokale Neuplanung an dieser Stelle stattfindet. Das "Sie müssen wohl von hinten rüber, weil da ne Ampel is, ja;" ist als Begründung für diese Umplanung zu verstehen. Auch die folgenden Planungspausen, "dann müssen Sie bis zur [2 sec] wie heißt'n das? auf der linken Ecke [4 sec] bis die ne Rolltreppe kommt", lassen sich auf eine andere Ursache zurückführen, in diesem Fall auf Schwierigkeiten bei der Selektion und Beschreibung eines lokalen Ziels (d.h. während der Sekundärplanbildung).

Liefern andere als die von Klein erhobenen Daten einen Hinweis auf die Validität des Prinzips etappenweiser Primärplanung? Zieht man in bezug auf diesen Punkt die Arbeit von Schopp (1989) zu Rate, muß die Antwort hierauf negativ ausfallen: "Einen eindeutigen Hinweis auf eine Etappenplanung des Primärplans [...]" (ebd., S. 76) findet sie nur in einer (!) von 39 gesammelten Wegauskünften (s. (11)). Sie begründet die immerhin klare Kategorisierung dieser Wegauskunft damit, daß in diesem Dialog keine durchgängige Route gefunden wird und so die Primärplanung zu keinem Zeitpunkt abgeschlossen sein kann.

(11) Kühn/Schopp_18 (Osterstraße -> Altona)

F Zum Bahnhof Altona, wie kommen wir denn da hin?

A [3 sec] äh, da wären Sie ma mit em

F Mit em Bus?

A Bus gefahren Jaa, das wär viel besser gewesen. Da fahren Sie direkt bis

F

A Altona Bahnhof und zwar, hm, [3 sec] jetzt muß ich mal überlegen [2 sec], der fährt, nee

- F hm
 kann
 A der fährt aber ganz woanders, [5 sec] der fährt von eh, von der Gärtnerstraße aus
 F denn nicht hier auch
 A ja mit der U-Bahn, Augenblick ma, mensch, fragen Sie doch ma am Kiosk
 [...]

Allerdings läßt sich auch (11) anders interpretieren. Offensichtlich hat die Auskunftgebende nach kurzer Planungspause doch - zumindest *auf einer gewissen Ebene* - eine durchgängige Route gefunden, nämlich *von* einem abstrakten Ort namens Osterstraße *mit* dem Bus *zum* Bahnhof Altona. Erst danach wird ihr bewußt, daß eine Diskrepanz zwischen den konkreten Orten U-Bahn-Station Osterstraße (gegenwärtiger Standort) und Bushaltestelle Osterstraße (Anfang der angegebenen Route) besteht. Daraufhin scheidet sie bei dem Versuch, eine Wegeplanung im Schnellbahnnetz durchzuführen. Je nachdem, welche Eigenschaften man Primärplänen zuschreibt, findet hier also Primärplanung entweder vollständig oder gar nicht statt.¹⁷ In keinem Fall liegt jedoch etappenweise Primärplanung vor.

Erfahrungsbasierte vs. planungsbasierte Wegsuche

Kontraste zwischen Wegauskünften wie z.B. zwischen (1) und (2) (wenig vs. viele Planungspausen) oder auch Kontraste innerhalb einer Wegauskunft wie in (11) (Finden einer Route vs. Fehlschlagen der Wegeplanung) haben ihre Ursache nicht, wie die vorangegangene Erörterung gezeigt hat, in der unterschiedlichen Erstellung des Primärplans. Stattdessen sind sie möglicherweise auf verschiedene Strategien bei der Wegfindung zurückzuführen, die hier als *erfahrungsbasierte* und *planungsbasierte* Wegsuche bezeichnet werden sollen.

Charakteristisch für *erfahrungsbasierte* Wegsuche ist die Spontaneität, mit der eine Route gefunden wird (wie die Busroute in (11)). Demgegenüber erfordert die *planungsbasierte* Wegsuche einen erheblich höheren Aufwand, führt somit zu den charakteristischen "Anfangsetappen" mit häufigen Planungspausen und kann bei einer lückenhaften kognitiven Karte sogar fehlschlagen. Mit anderen Worten, die eine Strategie basiert auf der Kenntnis und

¹⁷ Im ersten Fall liegt per definitionem ein Primärplan vor, da Start und Ziel - wenn auch nur ungefähr/abstrakt - lokalisiert sind; im zweiten Fall interpretiert man die gefundene Busroute als einen vorausgeplanten Sekundärplan (vgl. Schopp 1989, Kap. 4.3.2 und 4.3.3, zu einer Diskussion dieser Möglichkeit).

Präferenz von Routen bzw. Routenabschnitten, die andere auf einem "Durchtasten" durch die kognitive Karte, d.h. einem In-Beziehung-Setzen lokaler Vorstellungen, bzw. auf einer Suche in einer realen oder memorierten Karte.¹⁸ Im folgenden soll versucht werden, sprachliche¹⁹ Evidenz und weitere Kriterien für diese Differenzierung zu sammeln.

Hierfür bietet sich die Domäne der Schnellbahnauskünfte an, einerseits, weil hier - wie die Auskünfte zeigen - aufgrund der markanteren Rolle verschiedener Optimalitätskriterien (Schnelligkeit vs. Einfachheit einer Route) häufiger *Alternativen* genannt werden (s.o. die Anmerkungen zur Bewertungsphase), so daß ein Vergleich individueller Präferenzen möglich wird; andererseits, weil hier sehr viel expliziter die Strategien des Zugriffs auf die kognitive Karte bzw. auf einen Netzplan miteinander verglichen werden können.

Die Wegauskunft in (11) zeichnet sich dadurch aus, daß eine, wenn auch unterbestimmte, erfahrungsbasierte Routenbeschreibung erlangt werden konnte, während die planungsbasierte Wegsuche zum Fehlschlag führte. Interessant wäre nun ein Vergleich zweier erfolgreicher Wegbeschreibungen, wobei die eine im wesentlichen erfahrungsbasiert, die andere im wesentlichen planungsbasiert ist. Solch eine Konstellation liegt in (12) und (13) vor (Wegauskünfte von der U-Bahn-Station Jungfernstieg zur S-Bahn-Station Holstenstraße).

(12) Kühn/Schopp_29

A Zur Holstenstraße? [7 sec] ja da müssen Sie erst zum Hauptbahnhof. äh, ja Sie müssen mit der S-Bahn fahren, sonst kommen Sie da überhaupt nicht hin. [3 sec] Ich würde Ihnen raten, zum Hauptbahnhof zu fahren [F: aha] und denn fahren Sie [3 sec] nee Sie fahren mit mit der S1 [3 sec] bis Altonaer Bahnhof [F: ja] und dann müssen Sie aber umsteigen, Sie müssen so und so, man kann sorum fahren oder andersrum, also über Hauptbahnhof kann man auch, müssen Sie aber auch umsteigen [F: ahja] aber da in

¹⁸ Vorerst muß offen bleiben, ob die beiden Strategien unabhängig voneinander angewandt werden oder ob sie die Enden eines Spektrums, d.h. Ausprägungen einer allgemeinen Suchstrategie, darstellen. Hier soll allerdings zumindest angedeutet werden, daß erfahrungsbasierte Wegsuche stärker mit automatischer Verarbeitung, planungsbasierte Wegsuche stärker mit bewußten, bewertenden Prozessen assoziiert wird. Damit ist nicht ausgeschlossen, daß erstere auch eine Art von Planung ist; letztere hingegen kann oftmals auch als "planbasierte" (d.h. z.B. auf einem Stadt- oder Übersichtsplan beruhende) Wegsuche verstanden werden.

¹⁹ S. Kap. 3, 5 und 6 zu zugrunde liegenden *Wissens*strukturen und -verarbeitungsprozessen.

Altona, das finden Sie leichter [F: aha] und dann fahren Sie bis Altona und dann steigen Sie da in den Zug in die S-Bahn, die Richtung Hauptbahnhof fährt [...]

(13) Kühn/Schopp_21

A mh, ein Moment [zieht Fahrkarte] Holstenstraße, [F: ja] meine Güte da, ist S 21, wir sind am Jungfernstieg [15 sec], da müssen Sie hier rum fahren, Richtung Stadthausbrücke, Landungsbrücken, Reeperbahn, Königstraße, Altona [F: aha] und is [3 sec] dann noch eine Station weiter. [F: aha] Nech, so rum müssen Sie fahren, so rum, des könnten Sie auch. Sie können auch in die andere Richtung fahren von Jungfernstieg [F: ja] über Hauptbahnhof und dann Dammtor zur Holstenstraße, bleibt sich egal [...]

Hervorstechend an diesen Wegauskünften ist die große Diskrepanz in den initialen Planungspausen. Da (12) in der Transskription als "nicht vor dem Plan" gekennzeichnet ist, ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auszuschliessen, daß die Wegplanung plan(ungs)basiert vorgenommen wurde, der entsprechende Auskunftgebende also einfach ein schnellerer Planer ist als der andere.²⁰ Auffällig ist außerdem, daß A in (12) ein Zwischenziel wählt (Hauptbahnhof), das *in fast entgegengesetzter Richtung* (s. Abb. 2) zum eigentlichen Ziel liegt, während die Suche in (13) offensichtlich zunächst mehr in Richtung auf das Ziel verläuft. Dies deutet auf einen möglichen Unterschied in den Suchstrategien hin: Erfahrungsbasierte Wegplanung könnte danach als das Finden einer *möglichst einfachen* Route in einem vorwiegend topologisch strukturierten Verbindungsnetz identifiziert werden, während die metrischen Eigenschaften realer oder mentaler (bzw. imaginerter) Karten ein wesentliches Kriterium planungsbasierter Wegplanungen wären.²¹

²⁰ Umgekehrt kann allein aufgrund der Planungspausen natürlich nicht vollständig ausgeschlossen werden, daß A in (13) erfahrungsbasiert plant.

²¹ Dies erklärt natürlich noch nicht, warum A in (12) nicht auch die (genauso einfache) Altona-Route wählt. An dieser Stelle soll nur angedeutet werden, daß dies auf Faktoren wie z.B. die Salienz des Hauptbahnhofs oder die Intensität der Erfahrung (häufiges Fahren zum Hauptbahnhof) zurückgeführt werden könnte (s. Kap. 3 und 5).

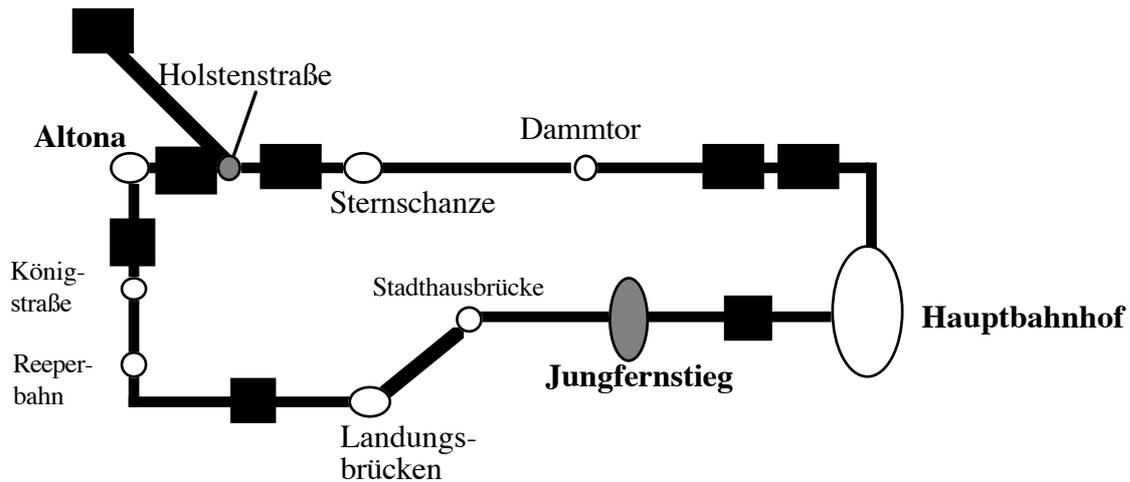


Abb. 2: Die S-Bahn-Verbindungen Jungfernstieg/Holstenstraße

Beide Auskunftgebenden nennen dann jeweils die erste Lösung des anderen als Alternative. Dabei gewinnt man den Eindruck, wie auch A in (12) selbst, daß dieser die "schlechtere" Lösung zuerst gefunden hat. Dies kann als ein weiteres Indiz für den spontanen (automatisierten) Charakter seiner Suchstrategie gewertet werden. Die Wegauskunft in (14) (von Altona zur Osterstraße) unterstützt diese Hypothese dadurch, daß hier die von "Weg und Zeit" kürzere, aber kompliziertere, Route als zweite genannt wird. Im übrigen verbalisiert der Auskunftgebende ebenfalls (vgl. (12)) als erstes ein (!) markantes Zwischenziel.

(14) Kühn/Schopp_7

A Osterstraße? Von hier aus? Am günstigsten? [F: hmh] Bis Jungfernstieg, brauch man nur einmal umsteigen. [F: Wo is das denn?] Mit der S1 oder S3 bis Jungfernstieg und dann in die rote U2 rein. [4 sec] [F: ah ja] Es geht auch über Sternschanze, Schlump, nur da müßt ihr zweimal umsteigen. [F: Was ist denn kürzer?] Von Weg und Zeit? Is das mit zweimal umsteigen, [F: mhm] auf jeden Fall [F: Gut, danke]

Eine Hypothese, die sich in bezug auf erfahrungsbasierte Wegplanung aufstellen ließe, wäre zum einen die, daß vorhandenes (aber möglicherweise unterbestimmtes oder unvollständiges) Wissen über eine Route sich (beispielsweise bezogen auf die Studie Schopps) gerade *nicht* auf die Domäne des Schnellbahnnetzes beschränken wird, sondern in hohem Maß von der idiosynkratischen Raumerfahrung des einzelnen Auskunftgebenden abhängig ist. Zum anderen ist zu vermuten, daß die vorhandene Raumerfahrung zu einem Mangel an Bewußt-

heit über die Unkenntnis des Redepartners und somit zu unexakten und unvollständigen Routenbeschreibungen führen kann.

(15) Kühn/Schopp_10

A [...] Osterstraße?! oh je, das is mit der S-Bahn, mit der U-Bahn weiß ich das, mit der S-Bahn weiß ich da kein Bescheid, Osterstraße, das liegt ja in Eimsbüttel, ne. [F: Wissen Se auch nich?] Wissen Se nich? [4 sec] Mit der S-Bahn [3 sec] bis Dammtor, ne, diese hier, diese hier. Dammtor müssen Sie dann mit dem Bus fahren [...]

(16) Kühn/Schopp_37

F Entschuldigung, können Sie uns mal helfen, wir wollen zum Jungfernstieg.

A Ja! Wollen Sie jetzt mit der U-Bahn direkt fahren oder wollen Sie [F: ja] Sie können: gibt zwei Möglichkeiten. Sie fahren jetzt bis Dammtor [F: mhm] können, das sind drei vier Minuten, bis zum Jungfernstieg laufen [F: aha] oder zwei Stationen mit em Bus fahren [genauere Beschreibung ...] denn wenn Sie jetzt nach Altona fahren und dann mit der S-Bahn bis Jungfernstieg, das is zu umständlich [...]

(17) Kühn/Schopp_39

F: ah, Entschuldigung, zum Jungfernstieg, wissen Sie wie man da hinkommt?

A Jungfernstieg? bis Hauptbahnhof und dann eine Station wieder zurück, mit der S-Bahn, Richtung Altona

(18) Kühn/Schopp_34

F Entschuldigung, wissen Sie, wie wir zum Klosterstern kommen von hier?

A Klosterstern? [F: ja] Müßt Ihr ... Eppendorfer Baum aussteigen [3 sec] Eppendorfer Baum aussteigen und en Stück gehen, dann seid Ihr am Klosterstern [...]

In (15) ist die Auskunftgebende laut Transskription eine Rentnerin, die sich zwei Meter (!) neben dem Plan befindet. Ebenfalls eine Rentnerin ist A in (16). Durch die Auskünfte in (15) - (18) wird die obige Hypothese unterstützt: es wird (wenn auch teilweise verblaßte)²² Erfahrung im Bus- und Straßennetz bei der Wegsuche berücksichtigt, diese kann unterschiedlich strukturiert sein (s. (17)). (18) ist zudem ein Beleg für das angesprochene

²² Die Angabe der Busroute in (15) ist schlichtweg falsch.

"mangelnde Einfühlungsvermögen", d.h. die Beeinträchtigung oder Vernachlässigung des interaktiven Aspekts, da dem Auskunftgebenden dort die Notwendigkeit einer Routenbeschreibung zum Eppendorfer Baum nicht gegenwärtig ist.

Einbettungsphänomene

In Kapitel 2.2.2 ist gezeigt worden, daß sich Wegbeschreibungen untereinander und intern in der Detailebene der Route unterscheiden können. Dieses Phänomen ist auch mit den beiden Strategien der Wegsuche in Beziehung zu setzen. So sind in der Regel erfahrungsbasierte Routen weniger detailliert als planungsbasierte Routen. Allerdings ist diese Zuordnung keinesfalls hinreichend für eine adäquate Beschreibung der unterschiedlichen Detailliertheitsgrade an sich. Zum einen ist hierfür ein Spektrum der Detailliertheit anzunehmen, anhand dessen sich Routen unterscheiden. Zum anderen existieren auch zwischen erfahrungsbasierten Routen entsprechende, oft erhebliche, Unterschiede.

Für den letzten Punkt lassen sich verschiedene Schnellbahnauskünfte zu Routen angeben, die das Umsteigen zwischen der S-Bahn und der Linie U1 an den Stationen Dammtor und Stephansplatz erfordern (s. (19)-(21)). Charakteristisch hierfür ist, daß das Umsteigen zwischen den Linien eben nicht an einer Station passiert, sondern daß ein kurzer Fußweg zwischen den Stationen zurückzulegen ist (s. Abb. 3). Die Möglichkeit des "Umsteigens" an dieser Stelle ist aus dem Netzplan nicht ersichtlich, muß also erfahrungsbasiert sein.

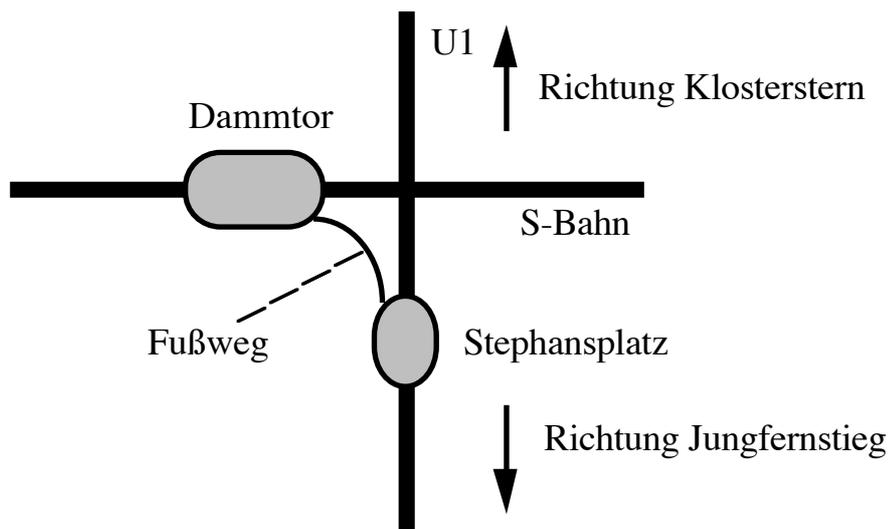


Abb. 3: Die Umsteige-Situation Dammtor/Stephansplatz

(19) Kühn/Schopp_31 (Holstenstraße -> Klosterstern)

A [...] äh Dammtor umsteigen und Stephansplatz weiterfahren [...]

(20) Kühn/Schopp_25 (Jungfernstieg -> Holstenstraße)

A [...] da müßtet Ihr jetzt mit der .. zum Stephansplatz fahren [F: ja] und da kann man ganz schnell rübergehen zum Dammtorbahnhof [...]

(21) Kühn/Schopp_30 (Holstenstraße -> Jungfernstieg)

A [...] bis Dammtor können Sie fahren mit der S-Bahn, das ist noch besser, und da kommen Sie ausm Dammtorbahnhof raus [F: joa] ja und em, gehen, müssen Sie en Ausgang nehmen, da müssen Sie sonst noch mal fragen, da'n Ausgang nehmen also hin zum Gänsemarkt hin, einmal geht's hinten zur anderen Richtung, zum Gänsemarkt hin den Ausgang, steht auch dran, und dann [F: mhm] is direkt am Dammtorbahnhof is der U-Bahnhof Stephansplatz [F: aja] so, und dann fahren Sie Stephansplatz, steigen Sie ein und dann fahren Sie Hallerstraße, Klosterstern [...]

An diesen Beschreibungen wird deutlich, daß dieselbe Situation (Umsteigen an den beiden Stationen unter Einbezug eines kurzen Fußwegs) offenbar unterschiedlich konzeptualisiert wird. In (19) wird der Fußweg einfach "übersprungen", und nur durch "Stephansplatz weiterfahren" ist ersichtlich, daß ein Stationswechsel vorliegt. In (20) wird immerhin der Fußweg verbalisiert, während in (21) sogar Lagebeziehungen zwischen den Stationen und im Dammtor, sowie spezifische Handlungen ("Ausgang nehmen", "einsteigen") Erwähnung finden. Dies vermittelt den Eindruck, daß den Beschreibungen kognitive Kartenausschnitte oder bildhafte Vorstellungen "unterschiedlichen Maßstabs" zugrunde liegen.

Habel (1988) stellt zum ersten Mal explizit die Verbindung zwischen der Detailliertheit in räumlichen Beschreibungen und der Granularität bildhafter Vorstellungen her. Hierfür nimmt er ein auf den Arbeiten Kosslyns (vgl. Kosslyn 1980) beruhendes bildhaftes Format (sog. *Depiktionen*) an, auf dem detailliertheitsgradändernde Operationen wie *Fokussierung* und *De-Fokussierung* definiert werden können. Fokussierungen entsprechen dabei Verfeinerungen

von Depiktionen, bei denen implizit vorhandene, *eingebettete* Information "sichtbar" wird.²³ Habel (1988:29) schreibt hierzu: "The transition to a refining may be seen as an embedding operation; in the case of route nets, which are in a way the basis of the depictorial representations, this would be graph-embedding". Diese Operationen könnten somit die kognitive Grundlage für die oben genannten textstrukturellen Relationen ELABORIERUNG und KONDENSIERUNG darstellen. Es bietet sich daher (auch aus Gründen begrifflicher Ökonomie) an, ELABORIERUNG und KONDENSIERUNG als Spezialfälle einer verallgemeinerten Strategie WIEDERHOLUNG zu betrachten, die bezüglich des Detailliertheitsgrades parametrisiert ist und im einfachsten Fall durch 'identisch', 'fokussiert' und 'defokussiert' spezifiziert werden kann. Dieser Zusammenhang wird in den folgenden Kapiteln weiter motiviert und in Kapitel 5.6 wieder aufgegriffen.

²³ Anders ausgedrückt sind Depiktionen offenbar *hierarchisch* organisiert. Hierarchische Organisation scheint ein allgemeines Prinzip der Repräsentation zumindest räumlichen Wissens zu sein (vgl. Kap. 3).

3. Makroraum-Wissen

Grundlage für die Generierung von Wegbeschreibungen bildet das räumliche Wissen, das ein Sprecher über seine Umwelt bzw. über einen bestimmten Teil seiner Umwelt besitzt. Dieses Wissen stellt den Gegenstand einer Vielzahl von Untersuchungen aus so verschiedenen Disziplinen wie Entwicklungspsychologie, Kognitionspsychologie, Umweltpsychologie, Geographie, Städteplanung und Künstliche-Intelligenz-Forschung dar. Ihnen gemeinsam ist das Interesse an einer adäquaten Beschreibung der Struktur und der Elemente kognitiver makroräumlicher Repräsentationen sowie der Prinzipien, die dem Erwerb und der Verarbeitung dieser Repräsentationen zugrunde liegen. Eine Synthese der entsprechenden Forschungsergebnisse wird allerdings - wie noch zu zeigen ist - durch Probleme erschwert, die der *Zugang* zu den entsprechenden kognitiven Strukturen in bezug auf methodologisches Vorgehen und theoretische Annahmen im allgemeinen und durch die disziplinbedingt unterschiedlichen Schwerpunkte im speziellen mit sich bringt.

3.1 Der Begriff der 'Kognitiven Karte'

Die Entwicklung des von Tolman (Tolman 1948) geprägten Begriffs der *Kognitiven Karte* veranschaulicht diese Schwierigkeiten besonders deutlich. Tolman hatte in verschiedenen Versuchen mit Ratten nachgewiesen, daß sich deren Verhalten in bezug auf Navigation und Orientierung in einem Labyrinth *nicht allein* durch behaviouristische Stimulus-Response-Konfigurationen erklären läßt, sondern "[that] in the course of learning something like a field map of the environment gets established" (Tolman 1948:31).²⁴ Dieser Begriff der Kognitiven Karte, bei Tolman als eine Metapher für entsprechende kognitive Repräsentationen gemeint, hat in der Folgezeit eine Vielzahl unterschiedlicher Interpretationen erfahren.

So näherte sich Lynch (1965) der Thematik makroräumlicher Repräsentationen, indem er untersuchte, welche *Vorstellungsbilder* (images) sich Menschen von bestimmten Ausschnitten ihrer (städtischen) Umwelt machten. Hierbei trat die Fragestellung in den

Vordergrund, welche Beziehung zwischen der objektiven Welt und der subjektiven Abbildung dieser Welt besteht, z.B. welche Kategorien von Objekten der Welt bei der Wahrnehmung der Umwelt relevant sind. Anhand von Skizzen, die Versuchspersonen über bestimmte Regionen anfertigten, wurde versucht, Aussagen über Form und Inhalt der kognitiven Karten zu erhalten. Dabei wurde z.B. festgestellt, daß diese oft unvollständig sind und Löcher, Risse und Verzerrungen aufweisen können.

Aus dem Blickwinkel geographischer und städteplanerischer Interessen heraus entstand die Auffassung einer *funktionalen Analogie* von realen, kartographischen Konstrukten und kognitiven Karten sowie jeweils deren Herstellung²⁵ und Signatur. Dabei wurde das Anfertigen einer Skizze allerdings oft als Externalisierung einer holistischen 'Karte im Kopf' und die Struktur dieser mentalen Karte somit als direkt zugänglich aufgefasst: "The simplest and strongest version of this metaphor says that the 'Map in the Head', inspected by the 'mind's eye', is functionally identical to a graphical map inspected by the physical eye" (Kuipers 1982:204). In Einklang mit Kritiken, die Externalisierungsmethoden wie die der Kartenskizzierung und somit eine in dieser Weise verstandene Isomorphie von inneren und äußeren Abbildungen infrage stellen (vgl. Downs/Stea 1982:296), argumentiert Kuipers gegen eine holistische Sicht makroräumlicher Repräsentationen und plädiert stattdessen für unterschiedliche zugrunde liegende und möglicherweise nur partiell spezifizierte Wissenskomponenten, anhand derer sich z. B. die experimentell festgestellten Verzerrungen erklären lassen.

Mit dem Wiederaufleben psychologischen Interesses an mentalen Bildern ("mental imagery"), insbesondere durch die Arbeiten von Shepard und Kosslyn²⁶, fanden in zunehmendem Maß auch in der Kognitionspsychologie Untersuchungen zu kognitiven Karten statt.

Eine hier angesiedelte, weitere starke Interpretation der Karten-Metapher in bezug auf Makroräum-Wissen bestand darin anzunehmen, "that the knowledge is picturelike, that is, is

²⁴ Diese Experimente lieferten somit indirekt auch Evidenz für die Inadäquatheit behavioristischer Theorien zur Erklärung *menschlichen* Verhaltens.

²⁵ Die "Herstellung kognitiver Karten" wird dabei üblicherweise als *Kognitives Kartieren* bezeichnet.

embodied in a visual image much like a map" (Levine et al. 1982:160). Diese Hypothese wurde durch Experimente untermauert, welche zwei Eigenschaften von kognitiven Karten nachwiesen, die für Bilder charakteristisch sind: die Gleichzeitigkeit der Verfügbarkeit ("equiavailability") von Informationen sowie eine spezifische Orientierung. Andere Untersuchungen zeigten allerdings, daß hier zumindest zwischen *primärem* (auf direkter Erfahrung beruhendem) und *sekundärem* (auf realen Bildern oder Karten beruhendem) Lernen unterschieden werden muß (Presson/ Hazelrigg 1984, Sholl 1987, Presson et al. 1989). Gegen eine solch restriktive, einheitlich bildhafte Auffassung von kognitiven Karten spricht weiterhin eine auf Shemyakin zurückgehende Unterscheidung zwischen eher prozeduralem *Routenwissen* einerseits und mehr bildhaftem *Überblickswissen* (vgl. Thorndyke/Hayes-Roth 1982) andererseits.

Allen kritisiert das Konzept der Kognitiven Karte als einen "weak link" bei der Erforschung makroräumlicher Kognition "in the sense that it provides an ineffective interface between the study of the development of macrospatial cognition and the experimental study of human cognition" (Allen 1982:301). Allerdings bietet Allen keine adäquate(re) Alternative, lehnt aus Ambiguitätsgründen auch den Begriff "Repräsentation" als Ersatz ab. Stattdessen argumentiert er für eine Elaborierung mehr explanativer theoretischer Konstrukte.

Die genannten Einwände erscheinen jedoch für eine heuristische Vorgehensweise, insbesondere im Rahmen dieser Arbeit, als äußerst unbefriedigend. Erstens sind durch Allen's Einwand auch die Begriffe "topographische Repräsentation" (Hart/Moore 1973) und "makroräumliche Repräsentation" disqualifiziert. Zweitens muß eine "Kognitive Karte" ebensowenig die Eigenschaften einer "Karte" besitzen, wie ein "mentales Bild" die Eigenschaften eines "Bildes" besitzt (vgl. Habel 1988:13f zur sog. 'photographic fallacy'). Drittens wird es notwendig sein, zwischen den Eigenschaften der externalisierten internen Abbildung der Makro-Umwelt und den entsprechenden Repräsentation(sstruktur)en zu differenzieren. Dies spricht dafür, den Begriff der "Kognitiven Karte" auch weiterhin als "convenient fiction" für diese internen Abbildungen zu verwenden, und zwar in einem nicht-strikten Sinn und unter Beachtung seiner möglichen Fehlinterpretationen. Auf diese Weise wird es möglich,

²⁶ Zu einem Überblick über dieses Gebiet s. R. Finke, *Principles of Mental Imagery*, Cambridge et al.: MIT Press 1989.

von der Verzerrung einer Kognitiven Karte zu reden, ohne eine verzerrte Repräsentation vorauszusetzen.

3.2 Die Entwicklung räumlicher Kognition

Ein wesentlicher Zugang zur Struktur makroräumlicher Repräsentationen besteht darin, die Entwicklung der Fähigkeiten zum Erwerb und zur Verarbeitung dieser Repräsentationen zu untersuchen. Hierzu existiert eine auf der Grundlage umfangreicher Untersuchungen basierende Theorie des Entwicklungspsychologen Piaget und seiner Mitarbeiter. Rückgreifend auf die zusammenfassenden Darstellungen in Hart/Moore (1973), Weissenborn(1985) sowie Downs/Stea (1982) soll im folgenden ein Überblick über die wichtigsten hier relevanten Aspekte dieser Theorie gegeben werden.

Einige Thesen Piagets sind zentral für das Verständnis seiner Untersuchungen. Da ist zunächst die grundlegende Annahme, daß sich die kognitiven Strukturen von Kindern nicht nur *quantitativ* von denen Erwachsener unterscheiden, sondern auch *qualitativ*. In diesem Sinne unterscheidet er zwischen *Lernen* (quantitative Veränderung) und *Entwicklung* (qualitative Veränderung).

Weiterhin geht er davon aus, daß die Entwicklung räumlicher Kognition in vier aufeinanderfolgenden *Phasen* verläuft (sensomotorisch (bis 2. Lebensjahr), präoperational (2-7), konkret operational (7-12) und formal operational (ab 12)), wobei interindividuelle Unterschiede bezüglich Beginn und Dauer einer Phase vorliegen können, das Erreichen einer bestimmten Phase aber in jedem Fall das Durchlaufen der jeweils vorhergehenden erfordert. Dabei konstruiert ein Kind in der sensomotorischen Phase seinen *Wahrnehmungsraum*, d.h. es kann die sensorisch erhaltenen Informationen koordinieren sowie sinnvoll auf seine direkt wahrnehmbare Umgebung einwirken. Erst ab der präoperationalen Phase ist es dann in der Lage, unabhängig von direkter Wahrnehmung und somit unter Rückgriff auf Repräsentationen, im *Vorstellungsraum* zu operieren, d.h. z.B. sich Gegenstände vorzustellen und in sein Handeln einzubeziehen.

Schließlich nimmt Piaget an, daß ein Individuum eine interne Repräsentation seiner Umwelt dadurch konstruiert, indem es fortwährend aktiv ein Gleichgewicht (*Äquilibrium*) herzustellen versucht zwischen dem Prozeß der sogenannten *Assimilation*, der Integration von Information aus der Umwelt in vorhandene kognitive Strukturen (Schemata), und dem Prozeß der *Akkomodation*, der Anwendung und Anpassung der Schemata an die Umwelt.

In diesen theoretischen Rahmen sind die Untersuchungen eingebettet, die Piaget zur Entwicklung räumlicher Repräsentationen durchgeführt hat. Eine der Fragestellungen betrifft die Typen von räumlichen Relationen, die in den Vorstellungsräumen von Kindern unterschiedlichen Alters relativ zur realen Welt erhalten bleiben. Hier lassen sich *topologische* Eigenschaften (Nachbarschaft, Kontinuität, Trennung und Reihenfolge), *projektive* Eigenschaften (Relationen, die durch eine aktuelle Betrachterperspektive bestimmt sind) und *euklidische* bzw. *metrische* Eigenschaften (Relationen, die über ein Koordinatensystem definiert sind) unterscheiden. Sie können von Kindern in dieser Reihenfolge ab dem Beginn der präoperationalen Phase repräsentiert werden.

In bezug auf die Repräsentation von Makroräumen hat Piaget drei Entwicklungsstadien der Orientierung festgestellt. Im ersten Stadium bezieht ein Kind Objekte seiner Umgebung stets auf sich selbst (*Egozentrismus*), d.h. auf ein durch die vertikale Achse der Umgebung, die eigene Betrachterachse sowie die sekundäre horizontale Achse gebildetes *egozentrisches Referenzsystem*. Diese lokalen Bezüge sind verbunden durch Handlungen (Bewegungen), die es im Raum unternimmt. Entsprechend können verschiedene Ansichten nicht miteinander koordiniert und Objekte nur über die Wege, auf denen sie erreicht wurden, lokalisiert werden. Im zweiten Stadium bildet ein Kind *fixe Referenzsysteme*, die invariant sind bezüglich Perspektivenwechsel, indem es sich und seine Bewegungen auf feste Punkte seiner Umgebung bezieht (*Allozentrismus*). Diese Referenzobjekte können somit als *Landmarken* fungieren, die Wege oder sogar ganze Regionen charakterisieren. Im dritten Stadium werden die Objekte der Welt dann auf ein einheitliches *koordiniertes Referenzsystem* bezogen (Geozentrismus).

Trotz der Fundiertheit der Theorie Piagets gibt es zu einigen Punkten, z.B. in bezug auf den Status und die Striktheit der Entwicklungsphasen, abweichende Daten und Meinungen, insbesondere ausgehend von der Theorie Jerome Bruners (vgl. Downs/Stein 1982). Ein

wesentlicher Kritikpunkt betrifft die kaum getroffene Unterscheidung zwischen dem *Vorhandensein* makroräumlichen Wissens und der *Fähigkeit zur Externalisierung* dieses Wissens (vgl. Weissenborn 1985). Einige Untersuchungen deuten darauf hin, daß Kinder schon sehr früh über räumliches Wissen verfügen können, daß aber die experiment-spezifischen Darstellungsmodi die Veräußerlichung dieses Wissens stark beschränken und so einen falschen Eindruck der räumlichen Kompetenz von Kindern vermitteln.

Besonders deutlich wird dieser Kontrast an den folgenden zwei Texten, die aus einem Experiment Weissenborns (ebd., S. 234 f.) stammen ((22), (23)). Hier geben vierjährige Kinder (A) jeweils einem gleichaltrigen anderen Kind (B) eine Wegbeschreibung (V = Versuchsleiter). Es zeigt sich, daß den Kindern - wie (22) vermuten läßt - das Routenwissen nicht etwa fehlt, sondern daß es nur nicht verbalisiert wird / werden kann. Dies wird daran deutlich, daß in (23) auf dem Weg liegende, markante Objekte (Mühlenturm, Post) korrekt angegeben werden.

(22)

(Beschreibung)

A: hm, die Tüte ist beim Rütterswall am Mülleimer

B: he?

A: die hängt am Mülleimer

B: am Mülleimer also

(Beschreibung nach erfolgloser Suche)

V: der Georg hat die Sachen ja jetzt nicht gefunden, nicht Georg, und jetzt, Dirk, mußt du ihm noch mal sagen, eh, ganz genau, wo er langgehen muß, nich, sag´s ihm nochmal dem Georg

A: dat is beim Rütterswall - die Tüte beim Rütterswall - an am Mülleimer

B: ich hab´s gehört

(23)

V: Wo kommt er denn zuerst hin, so von hier?

A: nach´em Mühlenturm

V: zuerst an den Mühlenturm? und wo kommt er dann hin?

A: so, wo-ehm-wo die Post is

V: hm, und dann?

A: bei de Bäume

V: aha, und dann?

A: und da is der Ascheimer!

V: so, hast du das verstanden, wo das ist?

B: ja

3.3 Eigenschaften kognitiver Karten

3.3.1 Elemente kognitiver Karten

Einer der Aspekte kognitiver Karten betrifft ihren Inhalt. Da nicht alle Eindrücke der Welt in eine kognitive Karte aufgenommen werden können, ist zu fragen, welche Entitäten des Makrorums typischerweise selektiert werden. Als Kriterien, die diese Selektion weitgehend bestimmen, nennen Downs/Stea das der *Funktionalität*, der *Vorstellbarkeit* und der *Unterscheidbarkeit*.

In seiner wegweisenden Arbeit ist Lynch (Lynch 1965) diese Fragestellung unter dem Aspekt der "Ablesbarkeit" der Vorstellung von einer Stadt angegangen. Sein Interesse galt dabei den Strukturelementen der Kognitiven Karte, mithilfe derer ein "Zurechtfinden" und "Sich-Auskennen" möglich wird. In drei Städten (Boston, Jersey City, Los Angeles) führte er extensive Interviews durch (in denen die Versuchspersonen Skizzen zeichnen mußten und z.B. nach markanten Stadtelementen, Wegbeschreibungen oder Richtungen gefragt wurden). Die erhobenen Daten wurden mit denen "geschulter" Beobachter verglichen und die Überschneidungsbereiche analysiert. Dabei stellte er fünf Typen von Elementen fest, die offenbar Kognitive Karten konstituieren: Wege (paths), Grenzlínien (edges), Bereiche (Distrikte, districts), Brennpunkte (Knoten, nodes) und Merkzeichen (Landmarken, landmarks).

Da Lynch selbst kurze Definitionen seiner Kategorien gibt (Lynch 1965:60-63), sollen diese teilweise im Zitat beschrieben werden:

"Wege sind die Kanäle, durch die sich der Beobachter gewohnheitsmäßig, gelegentlich oder möglicherweise bewegt. Es kann sich dabei um Straßen, Spazierwege, Verbindungswege, Wasserwege, Eisenbahnen handeln."

"Grenzlínien oder Ränder sind diejenigen Linearelemente, die vom Beobachter nicht als Wege benutzt oder gewertet werden. Sie sind die Grenzen zwischen zwei Gebieten, lineare Unterbrechungen des Zusammenhangs; Küsten, Eisenbahnstrecken, Baugebietsränder, Mauern. Sie stellen eher 'seitliche Richtmarken' als Koordinatenachsen dar."

"Bereiche sind die mittleren bis großen Abschnitte einer Stadt - und zwar werden sie als zweidimensionale Gebiete wahrgenommen, in die der Beobachter 'hineingeht' und deren jedes auf Grund seines irgendwie individuellen Charakters erkennbar ist."

"Brennpunkte sind die strategischen Punkte einer Stadt, die einem Beobachter zugänglich sind; sie sind intensiv genutzte Zentralpunkte, Ziel und Ausgangspunkt seiner Wanderungen. In der Hauptsache können sie als Knotenpunkte gelten, als Verkehrsunterbrechungen, als Kreuzungen oder Treffpunkte von Straßen [...] Der Begriff 'Knotenpunkt' ist eng mit dem Begriff 'Weg' verknüpft, da in einem solchen Punkt Wege zusammenlaufen [...]"

"Merkzeichen stellen eine andere Art von 'optischen Bezugspunkten' dar. - In sie kann allerdings der Betrachter nicht 'eintreten', sie sind äußere Merkmale. [...] Viele dieser Merkzeichen befinden sich in einiger Entfernung vom Beobachter, sie wirken typisch von verschiedenen Standpunkten aus und in verschiedenen Abständen [...] Dann wieder gibt es lokale Merkzeichen, die nur in einem bestimmten Umkreis und von bestimmten Punkten aus sichtbar sind."

Diese Klassifizierung Lynchs ist weithin anerkannt und hat z.B. Eingang in verschiedene Computermodelle gefunden (Kuipers 1978, 1988, Habel 1987). Werden seine Kategorien allerdings als *die* Elemente kognitiver Karten angesehen, so trifft die oben genannte Kritik der strikten Karten-Metapher zu. Aus diesem Grund schreiben Gärling et al. (1984:10): "Thus, although we acknowledge the validity of the Lynch taxonomy [...], we also consider the city planner's elements included in this taxonomy to be only a subset of the psychological meaningful ones". Sie schlagen vor, drei Klassen von Elementen kognitiver Karten zu unterscheiden: *Orte* (places), *räumliche Relationen* zwischen Orten und *Reisepläne* (travel plans).

Orte bezeichnen die Basiselemente einer kognitiven Karte. Ihnen werden eine Reihe von Attributen wie Name, perzeptuelle Charakteristika, Funktion (Begrenzung, Weg, Orientierungsmerkmal), Attraktivität und Ausdehnung bezüglich räumlicher Skala (Haus -> Kreuzung -> Straße -> Distrikt -> Stadt) zugeschrieben, so daß der Begriff des Orts die Kategorien Lynchs umfasst. Räumliche Relationen sind die der räumlichen *Inklusion*, metrische räumliche Relationen wie *Richtung* und *Entfernung* (Distanz) sowie *Nähe*-Relationen. Reisepläne schließlich stellen Instruktionen zur Herstellung der Verbindungen zwischen Orten dar, die als Kern Informationen über geordnete Teilmengen von Orten enthalten. Diese Kategorie ist allerdings die von Gärling et al. am wenigsten spezifizierte, da sie keine detaillierten Aussagen über weitere Eigenschaften dieser Reisepläne machen (können): "Our assumptions about travel plans are parsimonious but somewhat incomplete, since we do not make any explicit assumptions about the character of the detailed travel. [...] research on these questions is lacking" (S. 17).

3.3.2 Die Struktur kognitiver Karten

Eine Vielzahl von Untersuchungen hat sich, direkt oder indirekt, mit der Frage beschäftigt, welche Struktureigenschaften räumliche Repräsentationen im allgemeinen und kognitive Karten im speziellen aufweisen und welche Organisationsprinzipien diesen Eigenschaften zugrunde liegen. Typischerweise handelt es sich dabei um Experimente, in welchen die Eigenschaften objektiv vorgegebener Konfigurationen mit denen von den Versuchspersonen wiedergegebenen Konfigurationen verglichen werden. Dabei lassen sich die schon erwähnten charakteristischen Verzerrungen kognitiver Karten feststellen.

Diese manifestierten sich z.B. in Kartenskizzen von Versuchspersonen als Fehler der *Lage von Orten* : anhand solcher "mentalen Fehlplazierungen" wurde versucht, systematisch die Beziehung zwischen bestimmten Regionen und ihren kognitiven Abbildern herzustellen (zu einem Überblick vgl. Golledge (1987), zu einer verkürzten Wiedergabe dieses Artikels vgl. Hartl 1990).

Byrne(1979) stellte fest, daß Information über den *Winkel* zweier aufeinandertreffender Straßen nicht oder nicht akkurat abgespeichert wird: In Bezug auf reale Winkel zwischen 60° und 70° bzw. zwischen 110° und 120° war in den Zeichnungen der Versuchspersonen eindeutig eine Tendenz der Verzerrung zum rechten Winkel hin zu erkennen (zu ähnlichen Ergebnissen vgl. Tversky (1981:422), Sadalla/Montello (1989)). Von einer Untersuchung, die die Repräsentation von Winkelinformation aus der genau entgegengesetzten Perspektive betrachtet, berichten Hart/Moore (1973:270). Demnach führte Brown²⁷ einen Versuch durch, bei dem die Probanden zunächst durch ein Labyrinth mit rechtwinkligen Wendungen wandern und dieses Wegmuster dann im Freien nachvollziehen mußten. Als ein Ergebnis notieren Hart/Moore: "Brown found that although the maze consisted of right-angled turns, the reconstructed pattern had no right angles and bore only a slight relationship to the original [...]".

²⁷ W. Brown, "Spatial integrations in a human maze", *University of California Publications in Psychology*, 5 (1932), 123-134.

Briggs (1973) fand Bestätigung für seine Hypothese, daß - bei gleichen objektiven Entfernungen - kognitive Distanzen zwischen Orten in der Nähe der Innenstadt größer sind als solche zwischen Orten, die weiter entfernt sind von der Innenstadt. In Bezug auf die Länge von Routen wurde festgestellt, daß die Anzahl der traversierten Straßenecken/-kreuzungen (Sadalla/Staplin 1980a) und die Anzahl rechtwinkliger Abbiegungen (Sadalla/Magel 1980, Byrne 1979) positiv mit der subjektiven Einschätzung dieser Länge korreliert.

Stevens/Coupe (1978) untersuchten, wie gut Versuchspersonen die Richtungsbeziehungen zwischen Orten bestimmen konnten. Dabei stellten sie fest, daß z.B. die Beziehung zwischen zwei Städten systematisch durch die Beziehung zwischen den ontologisch jeweils übergeordneten Einheiten (den entsprechenden Staaten) verzerrt war (s.u.).

Die genannten Beispiele für Verzerrungen in kognitiven Karten sind zunächst nur aufgrund empirischer Untersuchungen festgestellte *Phänomene*, die einer theoretischen Erklärung bedürfen. Ein wesentlicher Aspekt der sich seit den 70er Jahren entwickelnden psychologischen Forschung zu dieser Thematik besteht darin, systematisch reproduzierbare *Effekte* dieser Art zu sammeln, auf ihre in kognitiven Repräsentationen und Prozessen verankerten Ursachen zurückzuführen und hierzu entsprechende Prinzipien (z.B. *Organisationsprinzipien* makroräumlichen Wissens) zu formulieren. Anhand einer Untersuchung zur *Inkonsistenz* räumlichen Wissens sollen zunächst einige Schwierigkeiten aufgezeigt werden, die sich bei einer tiefergehenden Analyse der Struktureigenschaften kognitiver Karten ergeben.

Moar/Bower (1983) führten ein Experiment durch, in dem die Versuchspersonen die Richtungen zwischen Triaden von Orten (also indirekt die Winkel des durch die drei Orte gebildeten Dreiecks) bestimmen mußten. Wie bei Byrne (1979) ergab sich die Tendenz, die Winkel nach 90° hin zu verzerren. Dies bedeutet aber, daß die Winkel einer Triade eine Summe von mehr als 180° aufweisen und die einzelnen Schätzungen demnach miteinander inkonsistent sind. Moar/Bower weisen nun auf die Schwierigkeiten hin, die Ursache dieser Verzerrungen zu finden, indem sie gleich drei Erklärungsmöglichkeiten anbieten: erstens könnten kognitive Karten direkt inkonsistente Information enthalten; zweitens könnten sie konsistente Information enthalten, nur daß Abruf- oder Inferenzprozesse möglicherweise

inkonsistente Information ergeben; drittens könnten kognitive Karten sich aus in sich konsistenten Teilmengen von Informationen zusammensetzen, wobei Inkonsistenz zwischen verschiedenen Teilmengen bestehen kann.

Ausgehend von diesem Beispiel lassen sich - teilweise im Vorgriff auf folgende Untersuchungsergebnisse - verschiedene Fragestellungen festmachen, die die Struktur kognitiver Karten betreffen: Was ist repräsentiert bzw. nicht repräsentiert, d.h. auf welche Weise ergibt sich das Wissen (direkt aus den Repräsentationen vs. durch Verarbeitungs- oder Zugriffsprozesse)? Wie, d.h. in welchem Format (bildhaft oder propositional), ist Information repräsentiert? Welche Prinzipien liegen der Struktur der Repräsentationen zugrunde, d.h., wie ist das Wissen organisiert (holistisch vs. partikulär, planar vs. hierarchisch)? In welcher Form ist das Wissen repräsentiert (analog vs. propositional)?²⁸

Eine Beantwortung dieser Fragen kann hier nicht geleistet werden, insbesondere deswegen, da nicht einmal der Zusammenhang der einzelnen Fragen (z.B. Form und Format) auch nur annähernd zufriedenstellend geklärt ist. Allerdings sind dies Fragestellungen, die einen heuristischen Wert für die Untersuchung der Struktur kognitiver Karten besitzen, indem sie eine Einordnung experimenteller Phänomene unterschiedlicher Forschungsrichtungen und das Erkennen zumindest partieller Antworten erleichtern. So scheinen z.B. die Ergebnisse der in bezug auf die Verzerrung von Winkeln vorgestellten Untersuchungen eine einhellige Interpretation zuzulassen: Offenbar wird Winkelinformation zunächst nicht abgespeichert (z.B. als präzise mentale Vorstellung der Form des Winkels); erst bei Bedarf wird eine Heuristik zum Abruf der Information angewandt, die eine Approximation an rechte Winkel bewirkt.

Distanzschätzungen stellen in psychologischen Experimenten zur Erforschung kognitiver Karten gegenwärtig eine bevorzugte Methode dar, da sie im Vergleich zu anderen Methoden einen relativ direkten Zugang zur Struktur mentaler Repräsentationen erlauben. So ist z.B. bei der Kartenskizziermethode nicht auszuschließen, daß die gewonnenen Ergebnisse durch die Zeichenfertigkeit der Versuchspersonen verfälscht werden; auch bei der Kartenkonstruktionsmethode, d.h. dem Arrangieren kleiner Blöcke auf einem "map board", ist durch das

Feedback der im Entstehen befindlichen Konstruktion möglicherweise eine unkontrollierbare Einflußgröße gegeben (vgl. Sherman et al. 1979).

Thorndyke (1981) kommt wie Sadalla/Staplin (1980a) zu dem Ergebnis, daß die Anzahl intervenierender Punkte einer Route zu entsprechend höheren Distanzschätzungen führt (obwohl sein Versuch nicht real traversierte, sondern mental durchgelaufene Wege - "scanned routes" - einer memorierten oder sichtbaren Karte betraf). Dies wird von ihm mit dem Aufwand in Beziehung gebracht, Information über die Zwischenpunkte abzurufen und zu verarbeiten, eine Auffassung, die mit der von Sadalla et al. (1979) kompatibel ist: "Within limits, the more information that can be retrieved regarding pathway structure, the longer the pathway is estimated" (S. 295).

Ein expliziter Kontrast zwischen Routendistanz (*funktionaler* Distanz) und der euklidischen Distanz zwischen den Endpunkten einer Route wird in der Studie von Lederman et al. (1987) hergestellt. Sie untersuchen das Phänomen der Längenverzerrung einer Route in dem (für sie durch Fortbewegung zu Fuß definierten) Makroraum und vergleichen sie mit den entsprechenden Phänomenen in (durch Fingerbewegungen gebildeten) Mikroräumen. Hierbei ergaben sich in bezug auf das Phänomen der Verzerrung an sich keine Unterschiede. Sekundärer Untersuchungsgegenstand war allerdings die Frage, ob die Verzerrungen mit der Routendistanz oder der Geschwindigkeit (bzw. der Dauer) der Traversierung korrelierten. Sie konnte durch die Experimente so beantwortet werden, daß die räumliche Ausdehnung in jedem Fall, die Geschwindigkeit aber nur im Mikroraum die subjektiven Einschätzungen beeinflussten. Lederman et al. interpretieren diese Ergebnisse als Beleg für den extensiven Gebrauch von *Heuristiken* für die Bestimmung der Distanzen. Z.B. berichteten die meisten der Versuchspersonen, daß sie die Routendistanz im Makroraum anhand der Schrittzahl berechneten, was im Mikroraum nicht möglich ist. Hier mußten sie stattdessen auf die verstrichene Zeit bei der Traversierung des Wegs zurückgreifen. Dieses Resultat, nämlich die Erklärung der Variabilität in den Korrelaten von Routenverzerrungen (Komplexität, Ausdehnung, Dauer) anhand unterschiedlicher Heuristiken, wird durch die Ergebnisse von MacEachren (1980) unterstützt, der für Bewegungen mit dem Auto in kleineren Stadt-

²⁸ Zu einer Diskussion unterschiedlicher Repräsentationsformen s. auch Freksa (1991). In diesem Rahmen kann auf den Begriff der Analogizität nicht näher eingegangen werden.

bereichen (also ebenfalls im Makroraum) einen Einfluß der Fahrzeit auf die Distanzschätzungen feststellte.

Byrne (1979) interpretiert die Routendistanzverzerrungen (die er ebenfalls experimentell feststellte) und sein Winkelexperiment unter dem Aspekt der Evidenz, die diese Phänomene für die Struktur makroräumlicher Repräsentationen haben. Er weist darauf hin, daß diese Phänomene gegen eine Auffassung von kognitiven Karten als *Vektorkarten* sprechen, in denen die metrischen Relationen zwischen zwei Orten in der Welt erhalten bleiben. Demgegenüber stellt er das Konzept der *Netzkarte*, in der nur die Anordnung oder Abfolge von Orten erhalten bleibt. Hiermit stellt er eine Verbindung zu den von Shemyakin geprägten Begriffen der "route map" und "survey map" her.

Dieser Hinweis auf *Partialität* in makroräumlichen Repräsentationen wird verfeinert durch Untersuchungen zu zwei Organisationsprinzipien kognitiver Karten: Lokalisierung von Orten relativ zu Referenzpunkten und hierarchische Strukturierung.

Bei Ähnlichkeitsvergleichen zwischen Objekten einer Kategorie stellte Rosch (1975) *Asymmetrien* zwischen typischen und weniger typischen Vertretern einer Kategorie fest. Sie führte dies darauf zurück, daß (proto)typische Instanzen "prominenter" sind als andere und als *Referenzpunkte* in der zugrundeliegenden Repräsentation fungieren.

Sadalla et al. (1980) übertrugen dieses Resultat in die makroräumliche Domäne, indem sie verschiedene Experimente zur Verifizierung von Asymmetrien zwischen Orten durchführten. Die Ergebnisse bestätigten die Asymmetrie-Hypothese: Nicht-Referenzpunkte wurden als näher zu Referenzpunkten beurteilt als umgekehrt; die Nähe von adjazenten Referenzpunkten wurde schneller verifiziert als die Nähe genauso weit entfernter Nicht-Referenzpunkte; außerdem wurde festgestellt, daß die Richtung zu einem beliebigen Ort schneller bestimmt werden konnte, wenn die Versuchsperson mental an einem Referenzpunkt lokalisiert war, als wenn sie an einem Nicht-Referenzpunkt lokalisiert war. "These data suggest that the cognitive location of many points in space are either stored or retrieved in relation to a smaller set of spatial reference points. Spatial reference points appear to provide an organizational structure that facilitates the location of adjacent points in space" (Sadalla et al. 1980:526).

Die Autoren weisen darauf hin, daß *Landmarken* die Funktion und den Status eines Referenzpunktes besitzen können, beide Konzepte aber nicht gleichzusetzen sind.²⁹ Hierzu untersuchten sie die Faktoren, die zu diesem Status eines Ortes führen. Dabei ergab sich als wesentliche Einflußgröße die Bekanntheit (familiarity) eines Ortes, die Sadalla et al. direkt mit der *Häufigkeit* der Präsentation in Verbindung bringen. Erst dann folgten (in entsprechender Reihenfolge) Faktoren wie "Dominierung nahegelegener Orte", "Sichtbarkeit aus der Ferne", "Kulturelle Wichtigkeit", "Nähe zum Zentrum einer Region" und "Alter".

Eng verbunden mit der Thematik der Referenzpunkte ist ein Phänomen, das als "Symbolischer Distanzeffekt" bezeichnet wird (Moyer/Bayer 1976). Hiermit ist der Umstand gemeint, daß zwei Objekte (bzw. die sie repräsentierenden Symbole) umso schneller bezüglich einer bestimmten Dimension (z.B. Größe) miteinander verglichen werden können, je mehr sich die Objekte in dieser Dimension unterscheiden. Dies entspricht der inversen Beziehung des Unterschieds zweier Objekte entlang einer Dimension einerseits und der Reaktionszeit beim Vergleich andererseits. Z.B. dauert es länger zu entscheiden, ob eine Katze größer als ein Fuchs ist, als zu entscheiden, ob eine Katze größer ist als eine Maus.

Dieser Effekt konnte ebenfalls in der räumlichen Domäne festgestellt werden. Evans/Pezdek (1980) ließen Versuchspersonen bestimmen, welche Objekte von jeweils zwei Paaren von Objekten (Gebäude eines Universitätscampus bzw. Staaten von Nordamerika) näher beieinander lagen. Dabei fanden sie heraus, daß die Beurteilung umso länger dauerte, je geringer der Unterschied der Paarabstände war (d.h. je größer das Verhältnis der Intra-Paar-Distanzen war)³⁰.

Holyoak/Mah (1982) verbanden den Referenzpunkteffekt und den Symbolischen Distanzeffekt, indem sie - bezogen auf eine Menge linear angeordneter amerikanischer Städte - Distanzrelationen zwischen einer Stadt und einem Referenzpunkt (pazifische oder atlantische Küste) bzw. die Differenz zwischen einem Paar von Städten und einem solchen Referenzpunkt untersuchten. Hierbei stellten sie eine relative *Expansion* der Distanzen zwischen Städten *nahe* eines Referenzpunktes - im Verhältnis zu Städten weiter entfernt von

²⁹ Dies deswegen, weil die schon von Lynch erkannten sekundären Landmarken gerade nicht den Status eines Referenzpunktes besitzen.

³⁰ vgl. auch Maki et al. (1977).

ihm - fest. Holyoak/Mah führen die genannten Ergebnisse (das Reaktionszeitverhalten sowie das Dehnungsphänomen) auf den erhöhten Verarbeitungsaufwand zurück, der sich durch eine höhere *Diskriminabilität* in der Umgebung eines Referenzpunktes ergibt.³¹ Hier läßt sich ein Bogen schlagen zu Verzerrungen in Kartenskizzen, die sich durch die relative Ausdehnung der Nahbereiche um markante oder eng vertraute Orte herum ergeben.

Eine Erweiterung dieser Studien stellt die Untersuchung dar, die Maki (1981) bezüglich räumlicher linearer Ordnungen unternommen hat. Sie ließ Versuchspersonen die Namen und Lokationen linear angeordneter realer und künstlicher Städte auf Karten von zwei Staaten lernen. Daraufhin mußten die Probanden die Wahrheit von Aussagen über relative Ost-West-Lagen von Paaren dieser Städte verifizieren. In Bezug auf zwei Städte jeweils desselben Staates ergab sich der symbolische Distanzeffekt: die Verifikationszeiten nahmen mit zunehmender Distanz ab. Gehörten die Städte allerdings unterschiedlichen Staaten an, spielte die Distanz bei der Reaktionszeit keine Rolle. Maki bezeichnet das Fehlen eines signifikanten Distanzeffektes, wenn zwei zu vergleichende Stimuli unterschiedlichen Kategorien angehören, und das Vorhandensein dieses Effekts bei Objekten derselben Kategorie als *Kategorisierungseffekt*.

Allen/Kirasic (1985) stellen eine Verbindung zwischen dem Kategorisierungseffekt und dem von Allen (1981) untersuchten Phänomen der Routensegmentierung her. Sie fanden heraus, daß Versuchspersonen Routen in *Segmente* unterteilten, die die nachfolgenden Verarbeitungsaufgaben entscheidend beeinflussten. Dazu wurden die Probanden zunächst anhand von 60 Dias mit einer 1 km langen Wegstrecke vertraut gemacht. Daraufhin mußten sie diejenigen Dias benennen, auf denen der Beginn eines neuen Wegabschnitts abgebildet war. Das Ergebnis war eine signifikante Übereinstimmung bzgl. der Segmentierung der Wegstrecke. Die Parallele von Kategorisierung und Segmentierung ergab sich dann aus den Unterschieden intra- und intersegmenteller Beziehungen. Insbesondere konnte gezeigt werden, daß Distanzschätzungen zu Lokationen *innerhalb* eines Segmentes nicht systematisch in Abhängigkeit von der Entfernung anwachsen, während dies für Schätzungen über Segmentgrenzen hinweg der Fall war.

³¹ Die Autoren bietet hierzu ein analoges Erklärungsmodell an. Eine Diskussion dieses Modells, insbesondere im Vergleich mit diskreten oder gemischten Modellen, kann hier nicht geleistet werden (vgl. Maki

Ausgangspunkt dieser Untersuchungen war die Hypothese, "that knowledge of macrospatial areas is segmented into subdivisional units for the sake of cognitive efficiency" (Allen 1981:121). Eine mögliche Interpretation der Resultate bezüglich der Organisationsstruktur makroräumlichen Wissens deutet Allen - ohne zu einem endgültigen Standpunkt zu gelangen - dann so, daß sie "may also be discussed in terms of a hierarchical framework [...]" (Allen 1981:130).

Die Frage nach der Vollständigkeit räumlichen Wissens in Verbindung mit *hierarchischer Strukturierung* von kognitiven Karten (oder in Verbindung mit unterschiedlichen Diskriminationsebenen) hat in den letzten Jahren eminent an Bedeutung gewonnen. Dies ist insbesondere auf die Arbeiten von Wilton und Stevens/Coupe zurückzuführen.

Wilton (1979) führte ein Experiment durch, in dem Probanden die 'nördlich-von'-Relation zwischen zwei Städten aus England oder Schottland verifizieren mußten, wobei die Relation entweder gemäß dem Winkel in Abb. 4 (180°-Bedingung) oder dem in Abb. 5 (60°-Bedingung) zu verstehen war (Abbildungen nach Wilton 1979:135).



Abb. 4



Abb. 5

Untersucht wurde die Reaktionszeit, in der die Versuchspersonen die Relation zwischen zwei Städten aus England oder zwischen einer Stadt aus Schottland und einer Stadt aus England mit 'ja' oder 'nein' beantworteten. Dabei stellte sich heraus, daß in der 180°-Bedingung die durchschnittlichen Reaktionszeiten bei Schottland-England-Paaren signifikant geringer waren als diejenigen bei England-England-Paaren. Dieser Effekt trat nicht in der 60°-Bedingung auf. Außerdem waren die Reaktionszeiten der 60°-Bedingung größer.

Unter Ausschluß anderer Erklärungsmöglichkeiten kommt Wilton zu dem Schluß, daß diese Ergebnisse anhand des *Zugriffs* auf Information - bei gleichzeitiger Annahme

unterschiedlicher Diskriminationsebenen - erklärt werden können. Demnach greifen die Personen zunächst auf Informationen zu, die die Lage einer Stadt grob spezifiziert ('in England', 'in Schottland'). Aufgrund des allgemeinen Wissens, daß Schottland nördlich von England ist und diese Relation somit auch zwischen einzelnen Städten der jeweiligen Länder zutrifft, ist es auf dieser Diskriminationsebene schnell möglich, die Antwort zu bestimmen, wenn eine Stadt schottisch, die andere englisch ist. Liegen beide Städte jedoch in England, so muß auf weniger grob diskriminierende Information zugegriffen werden, wodurch sich die kürzeren Reaktionszeiten für Schottland-England-Paare ergeben. In der 60°-Bedingung muß in jedem Fall feiner diskriminiert werden (da schottische Städte nicht generell in diesem Winkel zu englischen Städten liegen).

Zunächst scheinen diese Phänomene nur auf einen weiteren Kategorisierungseffekt hinzuweisen. Wilton weist aber auf eine Untersuchung hin, die Wilton/File³² durchgeführt haben. Dort lernten Probanden ein Feld von Kreisen und wurden dann auf die Fähigkeit untersucht, das Feld wiederzuerkennen, wenn nur ein Teil der Kreise sichtbar war. Es zeigte sich, daß das Wiedererkennen besser war, wenn adjazente Kreise - im Gegensatz zu beliebig gewählten Kreisen - vorgegeben wurden. Hierdurch konnte ausgeschlossen werden, daß eine bildähnliche Kopie des Feldes vorhanden war und daß Kreislokationen relativ zu einem globalen Referenzpunkt oder gleichmäßig zu allen anderen Kreisen spezifiziert waren. Stattdessen deuteten diese Ergebnisse darauf hin, daß nur Relationen zu benachbarten Kreisen abgespeichert wurden. Wilton weist daher auf die folgenden Punkte hin: nicht alle Relationen zwischen Objekten werden abgespeichert (Partialität); es wird kein universelles Referenzsystem zur Spezifizierung von Objektlokationen verwendet (Ausschluß planarer Repräsentationsstruktur); die zuerst zugreifbare Information unterscheidet nur grob zwischen Lokationen (unterschiedliche Ebenen der Diskrimination).

Stevens/Coupe (1978) untersuchten, wie schon erwähnt, die Verzerrungen, die sich bei Beurteilungen richtungsräumlicher Relationen ergaben. Sie stellten ihren Testpersonen zunächst die Aufgabe, die Himmelsrichtungen zwischen jeweils zwei Orten Nordamerikas zu bestimmen. Dazu wurden Orte gewählt, deren Richtungen sich von denen zwischen ihren

³² R. N. Wilton, P. E. File, "Knowledge of spatial relations: A preliminary investigation", *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 27 (1975), 251-257.

übergeordneten politischen oder geographischen Einheiten unterschied. Die Antworten waren eindeutig: "All of the averaged responses and all but two of the individual responses [were] distorted in the direction of the superordinate units" (S. 424). Diese Ergebnisse wurden gefestigt durch Experimente, in denen Karten mit künstlichen Orten und ihnen übergeordneten Einheiten gelernt und Richtungsfragen verifiziert werden mußten. Hierbei traten umso häufiger Fehler auf, je mehr die direkte und die übergeordnete Richtung voneinander abwichen.

Stevens/Coupe interpretieren ihre Resultate als Reflektion des Trade-offs zwischen Speicherung und Berechnung und als Evidenz für eine hierarchische Strukturierung räumlichen Wissens. Sie geben zwei Prinzipien an, die die Verbindung zwischen diesen zwei Aspekten herstellen:

- (1) Allgemein wird Information über räumliche Beziehungen zwischen zwei Regionen nur für solche Regionen gespeichert, die als Teil derselben übergeordneten Einheit kodiert sind.
- (2) Beziehungen zwischen zwei Regionen, die nicht explizit gespeichert sind, müssen inferiert werden. Der Inferenzprozess kombiniert die Beziehungen zwischen übergeordneten Einheiten mit den Beziehungen der jeweils in ihnen enthaltenen Subregionen.

Allerdings liegt der hierarchischen Strukturierung in der Studie von Stevens/Coupe in jedem Fall der Kategorisierungseffekt zugrunde, da die politischen Einheiten den Versuchspersonen entweder bekannt sind oder durch Namen auf der Karte gekennzeichnet wurden. Außerdem sind die Einheiten durch eine Linie getrennt (vgl. als Beispiel für eine Testkarte Abb. 6).

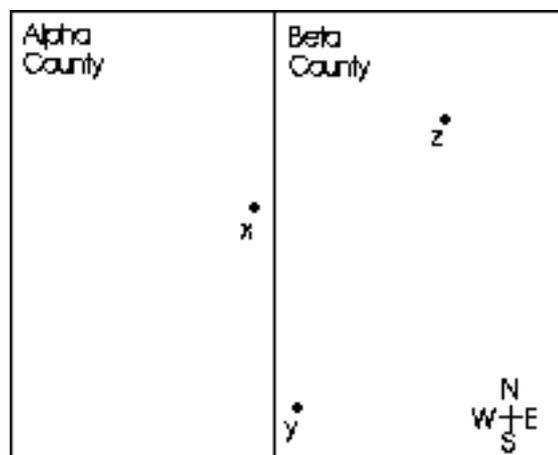


Abb. 6

Letzteres erinnert an den sogenannten *Barriereeffekt*, der von Kosslyn et al. (1974) entdeckt wurde: Orte, die durch undurchsichtige Barrieren getrennt sind, werden als weiter voneinander entfernt wahrgenommen als dieselbe Distanz ohne (oder mit durchsichtiger) Barriere. Außerdem bewirken Barrieren die Zerteilung eines Bereiches in verschiedene Regionen, die insbesondere von Kindern als separate Subräume behandelt werden und nur schwach integriert sind.

Ausgangspunkt der Studie von Hirtle/Jonides (1985) war es, zu zeigen, daß hierarchische Strukturierung auch unabhängig von explizit vorgegebenen Kategorien oder Barrieren ein wesentliches Organisationsprinzip räumlichen Wissens ist. Hierzu mußten Versuchspersonen 32 Landmarken, die ihnen bekannt waren, zunächst memorieren und dann mehrfach wiedergeben.³³ Diese Daten wurden anhand eines Algorithmus analysiert, durch den die Variabilität in der Reihenfolge der Landmarkennennung in Form eines strukturierten Baumes sichtbar gemacht wurde. Landmarken (als Blätter des Baumes) waren dabei in den Wiedergaben umso näher, je weniger umfangreich der kleinste sie enthaltende Teilbaum war. Außerdem wurden die Typen von Abfolgerelationen (uni-, bi-, non-direktional) als verschiedene Knotentypen des Baumes repräsentiert. Als Resultat ergab sich tatsächlich keine flache Baumstruktur (völlig beliebige Wiedergabereihenfolge), sondern eine hierarchische, die auf eine subjektive *Cluster*-Bildung hinweist. Hirtle/Jonides stellen außerdem Evidenz dafür bereit, daß diese Strukturierung die subjektive Organisation des Makroräumes und nicht etwa diejenige der Lernvorgabe widerspiegelt. Mit Hilfe dreier Methoden (Schätzung, Kartenzeichnen, Kartenkonstruktion) wurden dann die subjektiven Distanzen zwischen Landmarken bestimmt, so daß ein Vergleich zu den realen Distanzen hergestellt werden konnte. Bei diesem Vergleich wurde berücksichtigt, ob zwei Landmarken innerhalb eines Clusters oder in verschiedenen Clustern angesiedelt waren.

"To summarize the results from all the tasks, across-cluster distances tend to be overestimated, whereas within-cluster estimates are underestimated, relative to each other." (Hirtle/Jonides 1985:216).

³³ Durch bestimmte Anweisungen wurde dafür gesorgt, daß eine vollständig gleichbleibende Wiedergabereihenfolge nicht möglich war.

Diese Ergebnisse wurden von McNamara et al. (1989) anhand einer weitaus abstrakteren Versuchsanordnung repliziert. Hier mußten die Probanden statt realer Landmarken eine unstrukturierte Anordnung von Objekten bzw. eine Karte solch einer Anordnung memorieren und wiedergeben. Um gänzlich auszuschließen, daß hierarchische Strukturen durch die Erinnerungsaufgabe induziert werden, wurde dem Erinnerungstest ein Erkennenstest vorgeschaltet. Dazu mußten die Versuchspersonen für jeweils zwei kurz hintereinander auf dem Bildschirm erscheinende Namen entscheiden, ob der *zweite* Name ein Objekt aus der Anordnung bezeichnete. Anhand dieser als *Priming* bekannten Methode konnte festgestellt werden, daß dieser Name schneller erkannt wurde, wenn der erste Name (prime) von demselben Cluster (derselben subjektiven Region) stammte. In diesem Resultat sehen die Autoren ihre Hypothese bestätigt, daß die *mentalen Repräsentationen* räumlicher Relationen hierarchisch strukturiert sind.

Eine Studie von McNamara (1986) erlaubt eine weitere Spezifizierung dieser Hypothese. In seinem Experiment stellte er fest, daß unterschiedliche Distanzen zweier Objekte *über eine Regionengrenze hinweg* Auswirkungen auf die Ergebnisse haben. So ergab sich für je zwei Objekte unterschiedlicher Regionen: je geringer ihre reale Distanz war, umso stärker wurden Richtungen verzerrt und umso mehr wurden die Distanzen überschätzt. Dies zeigt nach McNamara, daß die Versuchspersonen räumliche Relationen über Regionsgrenzen hinweg kodiert hatten. Er unterscheidet daher *partiell hierarchische Theorien*, in denen genau diese Eigenschaft und somit *Redundanz* zugelassen ist, von (*strikt*) *hierarchischen Theorien*, in denen diese Eigenschaft nicht gilt.

Hierarchische Repräsentationen zeichnen sich durch die Existenz ontologisch unterschiedlicher Kategorien aus, d.h. dadurch, daß in ihnen Information über *Gruppen* von Objekten sowie über das Enthaltensein von Objekten in solchen Gruppen kodiert ist (McNamara et al. 1989:211). Dies kennzeichnet den wesentlichen Unterschied zwischen hierarchischen und *nicht-hierarchischen* Theorien.³⁴ Vertreter der letzteren Klasse sind z.B. Birnbaum et al. (1989), die Hinweise dafür liefern, daß analoge Repräsentationen "can account for phenomena that have been cited as evidence of hierarchical representations" (S.

794). Sie plädieren daher für holistische, planare, subjektive kognitive Karten, in denen Verzerrungen direkt repräsentiert sind. Diese Diskrepanz zwischen hierarchischen und nicht-hierarchischen Theorien macht deutlich, daß in bezug auf die Struktur kognitiver Karten eine Reihe grundlegender Fragen offenbleiben und somit Gegenstand weiterer Forschung sein werden.

Zieht man ein Fazit aus Sicht der hierarchischen Theorien, so erscheint es plausibel anzunehmen, daß räumliches Wissen über den Makroraum aus Gründen der kognitiven Ökonomie grundsätzlich nicht vollständig spezifiziert sein muß. Insbesondere heißt dies, daß die von Piaget und seinen Mitarbeitern festgestellten Phasen der Aneignung räumlicher Kompetenz (vor allem die Fähigkeit Erwachsener, im euklidischen Raum zu operieren) keine direkten Rückschlüsse auf die Struktur oder die Erstellung kognitiver Karten zulassen. Weiterhin können strikte Interpretationen der Kartenmetapher als ausgeschlossen angesehen werden:

"From the findings discussed, we may characterize spatial knowledge as constructed or inferred, using heuristics and other devices, from bits of partial information at varying levels of generality [...]. If all of the partial, hierarchical, constructed, and inferred information that comprises our spatial knowledge could be put together, it seems unlikely that it could be realized as a two- (or three-) dimensional map. There is no guarantee that our spatial knowledge is internally consistent. Cognitive maps may be impossible figures." (Tversky 1981:432)

3.4 Der Aufbau kognitiver Karten

Eine Theorie über kognitive Karten muß nicht zuletzt darüber Aufschluß geben können, wie diese kognitiven Karten aufgebaut werden, d.h. wie aus den einzelnen, durch Bewegungen innerhalb eines Makroräumtes erlangten Erfahrungen (Routenwissen) globale Bezüge (Übersichtswissen) hergestellt werden, die das sich-zurecht-finden in diesem Makroraum (z.B. Lokalisieren von Objekten, Orientierung und Wegfindung) ermöglichen. Eine frühe, sehr allgemeine Aussage hierzu findet sich - basierend auf den Untersuchungen Piagets - bei Hart/Moore (1973:283): "[...] it appears that the topographical representations themselves,

³⁴ Nicht relevant sind Unterschiede wie der zwischen bildhaften und propositionalen Repräsentationsformen. So könnten hierarchische Strukturen ebenso durch überlagerte mentale Bilder wie durch

like all spatial representations, are formed initially on the basis of visual-motor connections. Though much of the evidence is anecdotal, the suggestion is that route mapping ontogenetically precedes survey-mapping".

Nachfolgende Arbeiten zum Erwerb von Makroräumwissen haben diese Abfolge überwiegend bestätigt, zusätzlich wurde die Rolle der *Landmarken* als organisierenden Basiselementen im Erwerbsprozess von mehreren Autoren (s. dazu Golledge 1987, vgl. auch Cohen/Schuepfer 1980) hervorgehoben.³⁵ Landmarken erfüllen dabei eine vierfache Funktion: erstens dienen sie als Referenzpunkte für weniger markante Orte; zweitens bilden sie die Anfangs- und Endpunkte von Routen; drittens dienen sie als Orientierungspunkte im Verlauf einer Route; viertens trägt eine sukzessive Verbindung von Landmarken durch die Sichtbarkeitsrelation sowohl zur Rekonstruktion nicht-metrischer Relationen (wie etwa *Anordnung*) als auch zur Rekonstruktion metrischer Relationen bei. Landmarken dienen nach Golledge somit als "Ankerpunkte" für das durch die Routenverbindungen zwischen ihnen gebildete skeletale Gerüst einer kognitiven Karte. Die *Häufigkeit* perzeptueller Eindrücke derselben Umgebung (z.B. Landmarkenansicht) stellt dabei den wesentlichen Faktor für die *Genauigkeit* von Landmarken- und Routenrepräsentationen dar (Allen et al. 1978).

Wie vollzieht sich nun der Übergang von Routenwissen zu Übersichtswissen, d.h. wie entsteht zusammenhängendes, direkt verfügbares Wissen über die relative Lage von Landmarken, die anhand unterschiedlicher einzelner Routen erfahren wurden? Moar/Carleton testeten hierzu eine von Siegel/ White³⁶ aufgestellte Hypothese, nach der zunächst separate Routenschemata gelernt werden, die dann gegebenenfalls zu einer globaleren Repräsentation kombiniert werden. Dem stellten sie die sogenannte *Netzwerk*-Hypothese gegenüber, aufgrund derer einzelne Routenschemata keine wesentlichen Bestandteile von Routenkarten sind, sondern sich schneidende Routen direkt in eine skizzenhafte Routenkarte integriert

eine Mischung diskreter und analoger Kodierungen implementiert sein.

³⁵ Golledge (1987) weist in diesem Zusammenhang auf eine mehrfach vertretene alternative Erwerbsreihenfolge (Routen vor Landmarken) hin. Die experimentellen Daten liefern hierzu offensichtlich keinen eindeutigen Aufschluß.

³⁶ A. W. Siegel, S. H. White, "The development of spatial representations of large-scale environments", in H. W. Reese, ed., *Advances in child development and behavior*, Volume 10 (New York: Academic Press 1975).

werden.³⁷ Weiterhin testeten sie, ob Routen von vornherein in einem, wenn auch zunächst rudimentärem, Kartenformat repräsentiert sind oder ob sie anfänglich aus einer linearen Sequenz von Assoziationen bestehen, die mit zunehmender Erfahrung zu einer Repräsentation mit kartenähnlichen Eigenschaften führen können.

Gegenstand ihres Experiments waren zwei sich überlappende Routen, die die Testpersonen anhand von Fotografien lernen mußten. Hierbei ergab sich erstens, daß Distanz- und Richtungsschätzungen innerhalb und zwischen den Routen keine signifikanten Unterschiede aufwiesen und somit die Netzwerk-Hypothese bestätigt werden konnte. Zweitens ergaben sich bei geringem Lernaufwand Unterschiede in den Schätzungen, wenn diese in verschiedener Richtung (Start-Ziel vs. Ziel-Start) durchgeführt wurden; dieser Unterschied nahm mit zunehmender Routenkenntnis ab. Dies konnte als Evidenz dafür angesehen werden, daß ein Übergang von mehr sequentiell zu mehr kartenähnlichem Format stattfindet.

Die Tatsache, daß Wissen über Makroräume oft über reale Karten angeeignet wird, bildete den Ausgangspunkt der Arbeit von Thorndyke/Hayes-Roth (1982). Sie verglichen explizit die funktionalen Eigenschaften von Makroräumwissen, das auf der Grundlage realer Karten angeeignet wurde, mit denen von Makroräumwissen, das auf Routenwissen basierte.³⁸ Eine ihrer Untersuchungsmethoden betraf wieder die Analyse der Unterschiede in euklidischer Distanz (ED) und funktionaler (Routen-) Distanz (RD) zwischen je zwei Punkten einer gelernten Umgebung bei Karten- und Routenlernern. Hierbei ergab sich zunächst, daß Kartenlerner mehr RD-Fehler, Routenlerner mehr ED-Fehler machten. Weiterhin zeigten sich bei Kartenlernern keine Unterschiede in der ED- bzw. RD-Genauigkeit, während Routenlerner eine höhere RD-Genauigkeit vorwiesen. Schließlich konnte bei Routenlernern - im Gegensatz zu Kartenlernern - eine deutliche Verbesserung in der ED-Genauigkeit festgestellt werden. Insgesamt ergab sich eine Überlegenheit der Routenlerner in bezug auf die RD-Genauigkeit, nach mehrmonatiger Erfahrung sogar in bezug auf die ED-Genauigkeit.

³⁷ Diese Hypothese ähnelt der Netzkarten-Theorie Byrnes (s.o.), unterscheidet sich von ihr jedoch durch den Aspekt der Routenintegration (vgl. hierzu auch Kap. 5.3.2).

³⁸ Dabei legten sie eine einheitliche Domäne (Etagenflur) zugrunde. Evans/Pezdek (1980) hatten bereits bzgl. unterschiedlicher Bereiche, nämlich bei dem Vergleich bildhaften Wissens über Staaten der USA und verhaltensbasierten Wissens über die Lage von Gebäuden, Verarbeitungsunterschiede festgestellt.

Diese Ergebnisse bestätigten ebenfalls die Hypothese, daß extensive Bewegungen im Makroraum zu einem qualitativen Wechsel von sensomotorischen, prozeduralen Beschreibungen der Abfolge von Orten (Routenwissen) zu Übersichtswissen führen. Thorndyke/Hayes-Roth (1982:586) schreiben hierzu:

"This supports our model of people's ability to organize procedural knowledge into a form of survey knowledge in which the environment is 'translucent'. People with extensive navigation experience can in some sense 'look through' opaque obstacles in the environment to their destination without reference to the connecting route. While we do not believe that this process is actually visual in nature, it illustrates the idea of survey knowledge from a perspective within, rather than above, the represented environment".

Konkrete Aussagen über das Format des Übersichtswissens machen Levine et al. (1982). Sie betrachten das Ergebnis des Routenlernens in ihren Experimenten als "picturelike", d.h. als ein mentales Bild, in dem die Beziehungen zwischen einzelnen Punkten gleichzeitig verfügbar sind. Hierzu ist anzumerken, daß ihre Experimente unter sehr eingeschränkten Laborbedingungen stattfanden und daher von vornherein nur bedingt generelle Aussagen über die Aneignung von Makroraumwissen zulassen. Außerdem wurden entweder nur *taktil* erfahrene Routen abgetestet oder es wurde die Nutzung mentaler Bilder suggeriert (z.B. durch Zeigen von Bildern der zu lernenden Pfade). Es ist demnach fraglich, ob hier überhaupt Übersichtswissen als elaboriertestes Stadium des Aufbaus einer kognitiven Karte untersucht wurde oder ob vielleicht nur der Gebrauch mentaler Bilder unter einer bestimmten Aufgabenstellung verifiziert wurde. Dafür spricht auch die Schwierigkeit, die Hanley/Levine (1983) bei der Integration zweier separat gelernter "Übersichtskarten" hatten: hier konnte trotz intensiven Lernens eine "gleichzeitige Verfügbarkeit" nicht hergestellt werden. Aus Mangel an konklusiver Evidenz bleibt somit nur die Feststellung der Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit, daß der Gebrauch mentaler Vorstellungen in enger Beziehung zur Nutzung von Übersichtswissen - z.B. im Hinblick auf Distanz- oder Richtungsschätzungen - steht. Ausgeschlossen scheint, daß kognitive Karten im allgemeinen oder Übersichtswissen im speziellen mentale Bilder *sind*. Möglich ist, daß Portionen permanenten Übersichtswissens in dem analogen Kurz-Zeit-Medium Kosslyns mentale Bilder *ergeben* : "The findings of the present study may reflect the properties of a transitory representation from which distance and direction judgements are made rather than the properties of the long-term representation in which the information is normally stored" (Moar/Carleton 1982:392). Es bleibt daher die Aufgabe weiterer Untersuchungen herauszufinden, wie kognitive Karten/ Übersichtswissen

und mentale Bilder miteinander zusammenhängen. Dabei wird u. a. zu klären sein, *wie groß* der von einer mentalen Vorstellung abgedeckte Ausschnitt des Makrorums sein kann, insbesondere unter dem Aspekt der von Moar/Bower entdeckten Inkonsistenzen in kognitiven Karten.

3.5 Ein Computermodell der Repräsentation und Verarbeitung von Makroräumwissen

Kuipers (Kuipers 1978, Kuipers/Levitt 1988) präsentiert mit seinem TOUR-Modell ein überaus umfangreiches und ausdifferenziertes "computational model" der Repräsentation und Verarbeitung makroräumlichen Wissens. Dieses zeichnet sich - charakteristisch für ein Informationsverarbeitungs-Modell - durch seine hochgradig modulare Struktur aus. Dabei entsprechen unterschiedlichen Aspekten kognitiver Karten verschiedene Komponenten des Modells. Diesen Komponenten liegen jeweils komplexe Datenstrukturen zugrunde, deren Instantiierung und Manipulation durch zugehörige Prozeduren das Verhalten des Gesamtsystems ausmachen.

Kuipers/Levitt (1988) unterscheiden vier Ebenen der Repräsentation: die Ebene der sensomotorischen Interaktion mit der Umgebung, die Ebene prozeduralen Verhaltens sowie die topologische und die metrische Ebene. Grundlegend ist die sensomotorische Ebene, auf der die Input-Output-Beziehungen zwischen einer sich bewegenden Person (*Traveler*) und ihrer Umgebung spezifiziert sind. Ihre Basiselemente sind (An-)Sichten (*Views*) und Aktionen. Während ein View den - nicht notwendigerweise visuellen - sensorischen Input des Travelers zu einem bestimmten Zeitpunkt repräsentiert, stehen Aktionen für zustandsverändernde Handlungen, die jeweils einen View V in einen View V' überführen. Letzteres sind im Rahmen des TOUR-Modells Rotationen (*Turn* α , α beschreibt das Ausmaß an Rotation) und Bewegungen (*Travel* δ , δ beschreibt die zurückgelegte Distanz). Der modellierte sensomotorische Input, anhand dessen eine kognitive Karte aufgebaut wird, besteht somit aus einer alternierenden Folge von Views und Aktionen (s. (24))

(24) $V_0, A_0, V_1, A_1, V_2, \dots, V_{n-1}, A_{n-1}, V_n.$

Auf der Ebene prozeduralen Verhaltens sind es dann *Sensomotorische Schemata*, die das sensomotorische Input-Output-Verhalten des Travelers für ihn reproduzierbar machen. Ein Sensomotorisches Schema ist ein 4-Tupel $\langle \text{Ziel, Situation, Aktion, Resultat} \rangle$ (wobei Ziel, Situation und Resultat Views sind), dessen prozedurale Interpretation wie folgt lautet: "wenn Situation vorliegt und Ziel angestrebt wird, führe Aktion durch und erwarte Resultat".

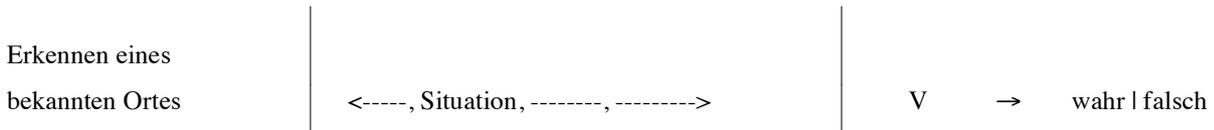
Die prozedurale Beschreibung einer *Route* stellt sich somit als eine Ansammlung solcher Schemata dar, die alle ein gemeinsames Ziel besitzen. Eine Route mit einer View-Aktion-Sequenz wie in (24) könnte demnach durch die folgende Menge sensomotorischer Schemata beschrieben werden: $\{ \langle V_n, V_i, A_i, V_{i+1} \rangle \mid i = 0, \dots, n-1 \}$. Entsprechend sind die Schemata als Prozeduren für die Bewegung im Raum verwendbar. Hierzu werden je zwei Teile eines Schemas als miteinander assoziativ verknüpft bzw. als Bedingungs- und Ausführungsteil einer Produktionsregel aufgefaßt (z.B. $\langle V, A \rangle \rightarrow V'$). Indem sukzessive der Inhalt des *Arbeitsspeichers* (der die Information über die gegenwärtige Lage des Travelers im Raum enthält)³⁹ mit dem Bedingungssteil einer Regel in Übereinstimmung gebracht und der Arbeitsspeicher entsprechend dieser Regel verändert wird, läßt sich das Verfolgen einer Routenbeschreibung darstellen.

Insbesondere während der Aneignung einer Routenbeschreibung kann es passieren, daß nicht alle Komponenten eines Schemas spezifiziert werden. Dies führt nach Kuipers allerdings nur zur einer graduellen Abnahme der Performanz, was in (25) dargestellt ist.

(25)

Zweck/Fähigkeit	Sensomotorisches Schema	Regel
beschreibe/folge Route	$\langle \text{Ziel, Situation, Aktion, Resultat} \rangle$	$(Z, V) \rightarrow (A, V')$
Fortbewegung	$\langle \text{Ziel, Situation, Aktion, -----} \rangle$	$(Z, V) \rightarrow A$
Aufnahme der Erfahrung	$\langle \text{-----, Situation, Aktion, Resultat} \rangle$	$(V, A) \rightarrow V'$

³⁹ Hierzu gehört der aktuelle View sowie möglicherweise die aktuelle Aktion und/oder das Ziel. Die entsprechende Datenstruktur zur Implementierung dieses funktionalen Arbeitsspeichers wird auch als *You-Are-Here-Pointer* bezeichnet.



Auf der Grundlage der prozeduralen egozentrischen Erfahrungen geschieht die sukzessive Konstruktion der topologischen Karte, d.h. die Akkumulation bestimmter Elemente und Relationen auf der topologischen Ebene. Hierzu gehört einerseits die *Abstraktion* von Orten (*Places*) und Pfaden (*Paths*) aus den situationsspezifischen Views und die Verbindung dieser neuen Elemente anhand der topologischen Relationen *Anordnung* und *Konnektivität* zu einem Netzwerk. Weiterhin gehört dazu die Bildung von *Regionen* anhand von *Begrenzungen* und die Zuordnung von Orten zu Regionen durch die *Enthaltensein*-Relation.

Für die Bildung des topologischen Netzwerkes sind nur die *qualitativen* Aspekte der Aktionen des Travelers relevant. So läßt sich durch die Relation $at(View, Place)$ die Beziehung zwischen einer Turn-Aktion und dem Ort herstellen, an dem die Rotation stattfindet (26)⁴⁰.

$$(26) \quad \langle V, Turn, V' \rangle \quad \equiv \quad \exists! Place [at(V, Place) \wedge at(V', Place)]$$

Analog zu einer Funktion (27), die jedem View eindeutig seinen Ort zuweist, definiert Kuipers eine Funktion, die für jeden View einen Pfad - "a topologically one-dimensional subset of the environment" (S. 29) - liefert, auf dem der View liegt (28). Zusätzlich wird die Richtung unterschieden, die ein View bzgl. eines zugeordneten Pfades einnimmt (29). Dabei wird die Konnektivität zwischen Orten und Pfaden durch die Relation $on(Place, Path)$ ausgedrückt. Schließlich ist auch die Information über die Anordnung von Orten an einem Pfad durch eine partielle Funktion repräsentiert (30).

$$(27) \quad place: \quad View \quad \rightarrow \quad Place$$

$$(28) \quad path: \quad View \quad \rightarrow \quad Path$$

$$(29) \quad direction: \quad \langle View, Path \rangle \quad \rightarrow \quad \{+1, -1\}$$

$$(30) \quad order: \quad \langle Place1, Place2, Path \rangle \rightarrow \quad \{+1, -1, nil\}$$

(31) gibt einen Überblick über die topologische Information, die anhand eines Fortbewegungsschemas aufgebaut wird.

$$\begin{aligned}
 (31) \quad \langle V, \text{Travel}, V' \rangle &\equiv \\
 &\text{place}(V) \neq \text{place}(V') \\
 &\exists! \text{Path} [\text{Path} = \text{path}(V) = \text{path}(V')] \\
 &\text{on}(\text{place}(V), \text{path}(V')) \wedge \text{on}(\text{place}(V'), \text{path}(V)) \\
 &\text{direction}(V, \text{path}(V)) = \text{direction}(V', \text{path}(V')) \\
 &\text{order}(\text{place}(V), \text{place}(V'), \text{path}(V)) = \text{direction}(V, \text{path}(V))
 \end{aligned}$$

Pfade drücken nicht nur Information über die Abfolge von Orten aus, sondern können auch als Begrenzungen fungieren. Hierzu werden jedem gerichteten Pfad (oder einer Sequenz von gerichteten Pfaden) zwei *boundary regions* zugeordnet, die als die Mengen der links bzw. rechts des Pfades liegenden Orte definiert sind.

Auf der metrischen Ebene werden die quantitativen Aspekte der Aktionen eines sensomotorischen Schemas (Ausmaß der Rotation und zurückgelegte Distanz einer Fortbewegung) relevant. Sie tragen zum Aufbau lokaler Geometrien einerseits und nicht-lokaler Orientierungsrahmen andererseits bei. Eine detaillierte Beschreibung dieser metrischen Eigenschaften soll hier allerdings nicht erfolgen, da sie für den Gesamtzusammenhang der vorliegenden Arbeit nicht relevant sind. Hinzu kommt, daß Kuipers eine rein propositionale Theorie vertritt. Diesen Teil seines Modells näher zu beleuchten, mag daher einer Arbeit überlassen sein, die sich intensiver mit der Verwendung eines bildhaften Repräsentationsformats für die (Re-) Konstruktion metrischen Wissens über Makroräume beschäftigt. Hierfür plädieren jedenfalls einige der vorgestellten psychologischen Untersuchungen.

Interessant bleibt an dem TOUR-Modell die Akkumulation sensomotorischer Schemata zu Routenbeschreibungen und ihre Integration anhand topologischer Relationen in ein Verbindungsnetz. Nach Kuipers ist es gerade dieses Netz, welches das Finden von (neuen) Routen gewährleistet: "These relations give us a topological network of places and paths which can be used to find novel routes among places using the usual graph-search algorithms" (S. 29). An dieser Aussage wird allerdings ein wesentlicher Schwachpunkt des

⁴⁰ Im folgenden wird von der Zielkomponente der sensomotorischen Schemata abstrahiert.

TOUR-Modells deutlich. Es ist vornehmlich auf den Aspekt des Aufbaus einer kognitiven Karte ausgerichtet, während Verarbeitungsaspekte wie z.B. der des Findens von Routen stark unterrepräsentiert sind. So täuscht der Hinweis auf die "üblichen Graphensuche-Algorithmen" darüber hinweg, daß das Modell bisher nur für relativ kleine Domänen implementiert worden ist, wohingegen Makroräumwissen sich aber gerade durch enorme Datenmengen auszeichnet, die für die angesprochenen Algorithmen erhebliche Effizienzprobleme bedeuten. Dieser Umstand läßt die Vermutung zu, daß insbesondere die Struktur von Routenwissen im TOUR-Modell *unterspezifiziert* ist im Vergleich zur entsprechenden kognitiven Organisation.

Unklar bleibt in den Ausführungen Kuipers' außerdem, welchen Status Pfade besitzen (entsprechen sie z.B. Straßen ?)⁴¹ und in welcher Beziehung die sensomotorischen Schemata zu den Routensegmenten Allens stehen.⁴² Eine weitere grundlegende Kritik des TOUR-Modells findet sich bei Smith et al. (1982), die es insgesamt als zu beschränkt für ein Computermodell räumlicher Kognition oder räumlichen Lernens ansehen.

⁴¹ In Kuipers (1978) werden Pfade als Frames implementiert, die einen Namensslot besitzen. Beispiele für Pfade sind hier durchweg Straßen.

⁴² Zu diesem Punkt s. Kapitel 5.4.

4. Sprachgenerierung

4.1 Sprachgenerierung in der Psycholinguistik

Levelt (1989) entwirft ein psycholinguistisch fundiertes Modell der Sprachproduktion, das den Entstehensprozess einer Äußerung vom nicht-sprachlichen Entwurf (Konzeptualisierung) dessen, *was* gesagt werden soll (präverbale Message bzw. Botschaft), über die Entscheidung, *wie* es gesagt werden soll (Formulierung) bis hin zur phonetischen Realisierung (Artikulation) umfaßt (s. Abb. 7).

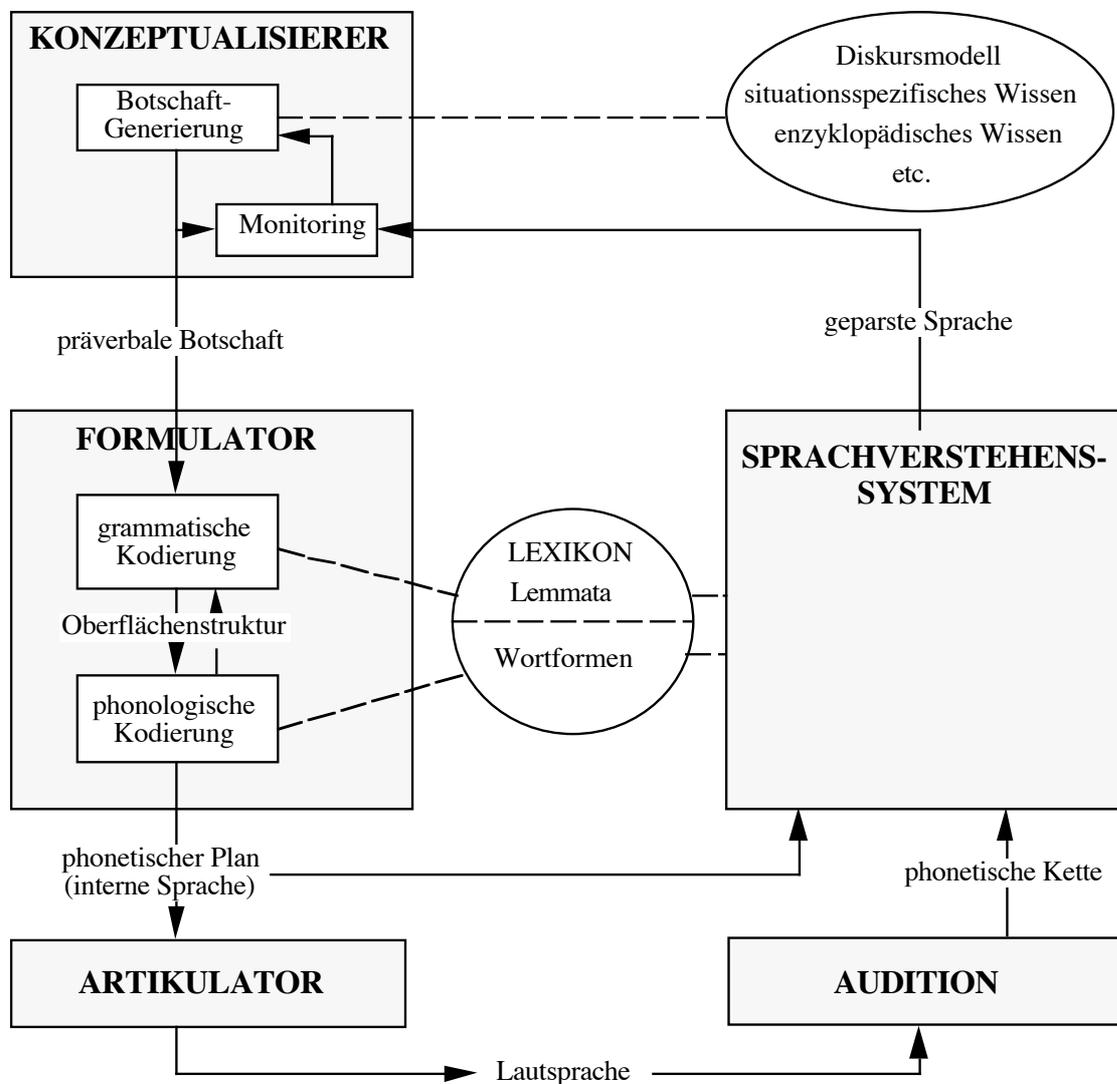


Abb.7: Levelt's Modell der Sprachgenerierung (nach Levelt 1989:9)

An diesem Modell wird deutlich, daß die präverbale Botschaft den Kern einer Äußerung darstellt. Sie enthält die Informationen, die ein Sprecher gemäß seiner allgemeinen Intentionen (z.B. "höflich sein", "hilfsbereit sein") und seiner konkreten Äußerungsabsicht (z.B. "der Hörer soll in der Lage sein, einen Weg von X nach Y zu finden") in einer spezifischen Situation, d.h. unter Berücksichtigung seines Wissens über den Hörer und den vorangegangenen Diskurs, aus seiner *konzeptuellen Struktur* ausgewählt und bezüglich der eingenommenen *Perspektive* ("Um wen oder was geht es?", "Was ist neu oder wichtig?") gekennzeichnet hat. Im folgenden sollen einige Aspekte der Struktur, Auswahl und Generierung präverbaler Botschaften, die für den Rahmen der vorliegenden Arbeit relevant sind, näher beschrieben werden.

4.1.1 Aspekte der konzeptuellen Struktur

Charakteristisch für konzeptuelle Strukturen im allgemeinen sowie für Botschaften im speziellen ist das propositionale Format, in dem sie repräsentiert sind. Nimmt man weitere Repräsentationsformate an (z.B. ein depiktionales Format für die Repräsentation bildhaften Wissens), so kann die konzeptuelle Struktur als das zwischen sprachlichen und (z.B.) perzeptuellen Strukturen vermittelnde System, als die sprachlich relevante "language of thought" aufgefaßt werden. Bezüglich der Repräsentation konzeptuellen Wissens in propositionalem Format weist die Kognitionswissenschaft zwar, insbesondere durch die Arbeiten innerhalb der Künstliche-Intelligenz-Forschung, schon eine längere Tradition auf. Nicht (vollständig) geklärt sind allerdings grundlegende Fragen wie die nach den Strukturierungsprinzipien der konzeptuellen Ebene, nach dem Inventar propositionaler Ausdrücke bzw. konzeptueller Entitäten ("Primitive"), nach der Anbindung sprachlicher Strukturen an das konzeptuelle Wissen u.a..⁴³

Nach Bierwisch (1988) und Lang (1991) basiert die konzeptuelle Struktur auf einem System *ontologischer Domänen* (z.B. Objekte, Substanzen, Lokationen, Zeitintervalle, Ereignisse, Einstellungen), die jeweils aus einer in hohem Grade strukturierten Menge von Elementen

⁴³ Ebenso steckt die Erforschung der Interaktion von bildhaftem und propositionalem Format in den Anfängen (vgl. hierzu z.B. Pribbenow 1990).

bestehen. Strukturelle Bezüge innerhalb (*intrinsische* Relationen) und zwischen (*extrinsische* Relationen) den Domänen resultieren aus *konzeptuellen Bedingungen*, die den Elementen auferlegt sind. Diese Bedingungen werden als Prädikate repräsentiert, die - mit entsprechenden Elementen als Argumenten - einfache oder komplexe *Propositionen*, die essentiellen Bausteine der konzeptuellen Struktur, ergeben (z.B. CAUSE(PERSON, EREIGNIS)).

Es ist wahrscheinlich, daß zumindest ein Großteil der konzeptuellen Basiseinheiten aufgrund der Verankerung der konzeptuellen Bedingungen in der biologischen Grundausstattung des Menschen universeller Natur ist. Allerdings zeigen sprachvergleichende Untersuchungen, daß verschiedene Sprachen in vielen Fällen dieselben Aspekte der Welt unterschiedlich sprachlich kodieren, d.h. z.B. unterschiedlich lexikalisieren. So ist beispielsweise anzunehmen, daß Menschen über die gleichen Repräsentationen der Gestalt- und Positionseigenschaften räumlicher Objekte verfügen. Nichtsdestotrotz verweist das englische Wort wide auf Objektmessungen, auf die im Deutschen mit zwei unterschiedlichen Adjektiven (weit und breit) referiert wird. Entsprechend bezeichnet das Adjektiv groß Objekteigenschaften, die im Englischen dimensionsabhängig durch tall, large, big etc. ausgedrückt werden. Daher muß offensichtlich zwischen *konzeptueller* und *sprachlicher Kategorisierung* bzw. *Konzeptbildung* differenziert werden (zu dieser Unterscheidung s. auch Kap. 5.4.1).

In bezug auf die Anbindung der konzeptuellen Struktur an das Sprachsystem weisen die Dimensionsadjektiv-Beispiele auf die Notwendigkeit hin, den einzelsprachlich determinierten Anteil eines sprachlichen Konzeptes zu isolieren und ihn als semantischen Kern dem entsprechenden Lemma zuzuordnen. Psycholinguistische Reaktionszeitexperimente zeigen, daß die Anzahl der konzeptuellen Interpretationen eines Wortes keinen Einfluß auf die Schnelligkeit des Verstehens dieses Wortes in einem spezifische Satzkontext hat. "Vieldeutige" Worte sind daher nicht ambig oder im linguistischen Sinne polysem, was die Selektion einer geeigneten Interpretation mit entsprechendem Zeitaufwand erfordern würde, sondern eindeutig - wenn auch unterbestimmt und bezüglich der variablen Bedeutungsaspekte parametrisiert - charakterisiert (vgl. hierzu Johnson-Laird 1987). Dieser Beobachtung werden Bierwisch/ Lang (1987, 1989) mit ihrem *Zwei-Stufen-Modell* der Bedeutungsrepräsentation

gerecht, in dem eine autonome semantische Repräsentationsebene zwischen dem Sprachsystem und der konzeptuellen Struktur vermittelt.⁴⁴

4.1.2 Die thematische Struktur präverbaler Botschaften

Semantische Bedeutungsrepräsentationen und Botschaften können als intern strukturiert, d.h. in elementare Propositionen und Funktor/Argument-Strukturen *dekomponiert*, aufgefasst werden (vgl. Bierwisch 1983; vgl. Jackendoff 1983:Kap.7 zu einer Diskussion nicht-dekompositioneller Bedeutungstheorien).⁴⁵ Für den Satz "Gretel killed the witch" würde die zugrunde liegende Botschaft demnach nicht die Form KILL(Gretel, witch), sondern in etwa CAUSE(Gretel, DIE(witch)) haben. Diese Dekomposition macht es möglich, die *Rollen*, die die konzeptuellen Elemente innerhalb einer Botschaft einnehmen, als deren *thematische Struktur* zu explizieren. Die Relevanz der thematischen Rollen für das Sprachsystem (insbesondere für die Lösung bestimmter Kontrollphänomene, vgl. Jackendoff 1987) wird vor allem seit Fillmore (1968) diskutiert. Die von ihm "Tiefenkasus" genannten Rollen wie 'Agens', 'Patiens', 'Instrument' hatten allerdings den Status *holistischer* universeller und angeborener Konzepte, welche direkt im Lexikoneintrag eines Verbs repräsentiert wurden. Diese ganzheitliche Betrachtung der Rollen eines konzeptuellen Elements führte im folgenden zu einer erheblichen Differenzierung (Vielfalt) der Tiefenkasus, wobei deren Bezug zur konzeptuellen Struktur nur über metasprachliche Definitionen erschlossen werden konnte.

Ein anderes Bild ergibt sich, werden die thematischen Rollen auf die thematische Struktur bezogen und über ihren Status als bestimmtes Argument einer spezifischen Proposition definiert. Einige auf diese Weise zu erlangenden "Definitionen" der Rollen sind in (32) aufgeführt, die allerdings aufgrund uneinheitlicher und unvollständiger Theoriebildung auf

⁴⁴ Vgl. aber Jackendoff (1983) zu einem "einstufigen" Ansatz. Der Kontroverse um die Anzahl der Bedeutungsebenen liegt die Frage zugrunde, ob die Annahme einer autonomen semantischen Ebene (z.B. aufgrund eigenständiger Prinzipien) notwendig ist oder ob die semantische Form einen - wenn auch funktional durch die Zuordnung zum Sprachsystem unterschiedenen - Teilbereich der konzeptuellen Struktur darstellt. "Beim gegenwärtigen Stand der Erkenntnisse ist über diese Ansicht kaum sinnvoll zu entscheiden, sie stellt nach unserer Auffassung kaum mehr als eine terminologische Variante dar" (Bierwisch/Lang 1987:677, 1989:496).

⁴⁵ Im weiteren wird auf Funktor/Argument- oder Head/Modifier-Strukturierung semantischer Repräsentationen nicht näher eingegangen (vgl. dazu Levelt 1989:79ff).

diesem Gebiet nur illustrativen Charakter besitzen.⁴⁶ Eine solche Sicht nicht-holistischer thematischer Rollen löst eine Reihe von Problemen, mit denen eine Tiefenkasus-Konzeption behaftet ist, z.B. das Vorhandensein mehrerer Rollen eines konzeptuellen Elements (Peter ist Agens, Akteur und Ausgangspunkt der Bewegung des Balls in "Peter wirft den Ball in das Feld") oder die Unabhängigkeit der Rollen von ihrer grammatischen Markierung (im Deutschen ist das lokale Argument von bleiben als nicht-direktional markiert, im Finnischen wird es direktional realisiert, vgl. Dahl (1987)).

(32)

'Agens':	X	in	'cause(X, Ereignis)'
'Akteur':	X	in	'do(X, Aktion)'
'Patiens':	Y	in	'do(X, [Prädikat(X, Y)])'
'Thema':	X	in	'move(X)' oder 'loc(X,Y)'
'Lokation':	L	in	'loc(X,L)'
'Ziel' ('Goal'):	L	in	'become(loc(X,L))'
'Anfang' ('Source'):	L	in	'become(not(loc(X, L)))' ⁴⁷

Die Propositionen einer Botschaft sind nicht linear geordnet, sondern bilden nach Levelt (1989:96) ein sogenanntes *Mengensystem*. Dieses System ist im allgemeinen inhomogen in bezug auf Wichtigkeit, Salienz oder Zentralität seiner Elemente für den Sprecher. Für die sprachliche Realisierung ist dies insofern relevant, als der Formulator nicht aufgrund einer determinierten Ordnung, sondern aufgrund der Verfügbarkeit und der Aktivierungsgrade der Botschafts-Elemente entscheidet, in welcher Reihenfolge und in welcher Form sprachliche Strukturen generiert werden. Hierfür ist es wichtig, auf welche konzeptuellen Elemente und Relationen der Sprecher fokussiert (und welche dieser Einheiten demnach im *Vordergrund* stehen; vgl. "Ein junger Mann mit Hut/Ein Kunde/Jemand kauft/nimmt/erhält ein Lexikon/ein Buch/einen Gegenstand (von einer elegant gekleideten älteren Dame/einer Verkäuferin/jemand anderem)") und welche *Perspektive* (Fillmore 1977) er in bezug auf eine konzeptualisierte Szene einnimmt (vgl. verkaufen vs. kaufen; zu weiteren in einer Botschaft enthaltenen Informationen, die die Entscheidungen des Formulators beeinflussen, s.u.).

⁴⁶ Vgl. Levelt (1989:90f) zu einem Überblick und Jackendoff (1987) zu einer ausführlicheren Diskussion dieser Thematik.

4.1.3 Die Generierung präverbaler Botschaften

Bei der Konstruktion einer Botschaft unterscheidet Levelt (1989:107ff) zwischen *Makroplanung* und *Mikroplanung*. Durch die Makroplanung werden diejenigen Informationen ausgewählt, die in Abhängigkeit von dem aktuellen Diskurskontext und dem Wissen über den Hörer die kommunikativen Intentionen erfüllen. Mikroplanung besteht dann in der Spezifizierung bestimmter Aspekte der Botschaft, die partiell die sprachliche Form determinieren bzw. mögliche Verbalisierungen durch den Formulator restringieren.⁴⁸ Diese Unterscheidung spiegelt sich, wie experimentell festgestellt wurde, u.a. in verschiedenen Redegeschwindigkeiten wider: zögerliche Sprechphasen, die auf den relativ hohen Aufwand bei der Makroplanung zurückgeführt werden können, lassen sich deutlich von fließenden Sprechphasen ohne lange Pausen (Mikroplanung) unterscheiden. Der Aufwand bei der Makroplanung und somit die Zögerlichkeit der Rede verringert sich allerdings mit zunehmender Bekanntheit der Domäne und mit zunehmendem Aktivierungsgrad. Dies zeigt eine Untersuchung, die Good/Butterworth (1980) durchführten. Sie ließen Versuchspersonen jeweils eine ihnen vertraute und eine ihnen weniger gut bekannte Route beschreiben. Hierbei ergab sich im ersten Fall ein geringerer Prozentanteil von Pausen an der gesamten Äußerungszeit. Weiterhin ließen sie die vertraute Route ein zweites Mal beschreiben, was ebenfalls den Pausenanteil verringerte. Diese Ergebnisse sind somit im Einklang mit der oben getroffenen Unterscheidung zwischen planungsbasierter und erfahrungsbasierter Wegsuche.

Makroplanung

Ausgangspunkt einer Hörerbezogenen Sprechhandlung ist in jedem Fall eine kommunikative Intention, d.h. eine Intention, die gleichzeitig die Absicht der *Intentionserkennung* durch den Hörer enthält (z.B. 'der Hörer soll wissen, daß der Sprecher intendiert, daß der Hörer glaubt/weiß, daß p', wobei 'p' für eine Proposition steht). Eine solche Intention stellt ein Sprechhandlungsbezogenes (illokutionäres) Ziel dar, für dessen Erreichen entsprechend seiner Komplexität eine mehr oder weniger aufwendige *Planung* der zu übermittelnden Informationen - des Inhalts eines oder mehrerer Sprechakte - notwendig ist. Umgekehrt kann einer

⁴⁷ Diese Definition räumlicher Rollen ist an die Analysen von Wunderlich/Kaufmann (1990) und Wunderlich/ Herweg (1990) angelehnt.

⁴⁸ Die Phasen der Makro- und Mikroplanung entsprechen in etwa den Stufen der *Fokussierung* (eines gedanklichen Inhaltes) und der *Input-Selektion* bei Herrmann/Hoppe-Graf (1988).

Äußerung mehr als eine Intention zugrunde liegen (z.B. zusätzlich die Intention, höflich zu sein).

Wesentlich bei der Auswahl von Informationen ist die Maxime, daß sie *instrumental* sind für die Änderung des angenommenen Wissenszustands des Hörers. Der Sprecher wählt daher nur eine Teilmenge der relevanten Propositionen aus, die für das zu Übermittelnde als Ganzes stehen (vgl. das *pars-pro-toto-Prinzip* von Herrmann 1982). Bei der Objektbenennung drückt sich dies z.B. in der fast ausschließlichen Erwähnung der salienten Merkmale eines Objekts aus. Dabei nutzt der Sprecher oft die Kooperativität des Hörers aus, indem er beispielsweise ein Objekt oder eine Szene in einer bestimmten Detailtiefe beschreibt und darauf baut, daß der Hörer durch Rückfragen den Bedarf nach weiteren Details signalisiert (vgl. Levelt 1989:133; vgl. Kap. 2).

Eine kompliziertere Aufgabe stellt sich einem Sprecher in der Informationsselektion zu einer Intention dar, wie sie z.B. einer Wegbeschreibung zugrunde liegt (in etwa 'der Hörer soll den Weg von X nach Y kennen'). Hier müssen eine Reihe von Unterzielen gebildet werden, um das Erreichen des Hauptziels zu ermöglichen. Die sich so ergebende Planstruktur bildet das Gerüst für die *Hauptstruktur* der zu generierenden Äußerungsabfolge (d.h. des Textes) und determiniert gleichzeitig jeweils den Bereich zu selektierender *Vordergrund*-Information. Dies entspricht der Einschränkung möglicher inhaltlicher Entwicklungen im Text, der sogenannten *referentiellen Bewegung*.

Klein/Stutterheim (1987) illustrieren die Möglichkeiten referentieller Bewegung anhand temporaler Bezüge in einem Text. Dabei unterscheiden sie *Erhalt* (Bezug auf dasselbe Zeitintervall, z.B. "Währenddessen..."), *Verschiebung* (Bezug auf ein nachfolgendes Zeitintervall, z.B. "Später...") und *Wechsel* (Bezug auf ein kontrastierendes Zeitintervall, z.B. "Im letzten Jahr...; in diesem Jahr ...") und stellen diese *Fortführungen* den *Einführungen* (kein bezug auf ein Zeitintervall) gegenüber. Sprachlich werden solche Entwicklungen in der Hauptstruktur als eine Sequenz von in der Zeit fortschreitenden Ereignisaussagen realisiert. Von den Vordergrundinformationen müssen *Hintergrund*-Informationen unterschieden werden, die für das Erreichen von sekundären (oder *Neben* -) Zielen relevant sind. Nebenziele sind dadurch charakterisiert, daß sie nicht direkt zur Erfüllung der Hauptintention beitragen,

sondern bestimmte Aspekte des Vordergrundes näher spezifizieren oder separate, aber assoziierte Handlungsstränge darstellen.

Nicht selten ist dem Sprecher dabei die Aufgabe gestellt, spezifische Informationen als Einheiten der Haupt- oder Nebenstruktur zu kategorisieren. Experimente zeigen,⁴⁹ daß z.B. die Atypikalität eines Instruments ("icepick" in (33)) dazu beiträgt, daß es in einer Nacherzählung einem Satz der Hauptstruktur zugeordnet und nicht separat als Nebeninformation verbalisiert wird ((34)). Bei Wegbeschreibungen kann dieses Zuordnungsproblem z.B. im Rahmen der Kennzeichnung eines Teilziels auftreten: in (35) ist der Hauptmarkt Bestandteil der Nebenstruktur, in (36) gehört er der Hauptstruktur an (s. hierzu auch Kap. 5.6).

(33) The robber stabbed the man with an icepick

(34) The robber grabbed a knife and stabbed the man

(35) Gehen Sie bis zur nächsten Ecke. Da ist der Hauptmarkt.

(36) Gehen Sie bis zum Hauptmarkt.

Eng mit der Aufgabe der Informationsselektion verbunden ist das Problem der *Linearisierung* dieser Information. Hierzu lassen sich *inhaltsbezogene* und *prozessbezogene* Lösungsstrategien angeben.

Inhaltsbezogen nennt Levelt solche Formen der Linearisierung, die sich auf die dem Inhalt inhärente natürliche Ordnung (z.B. auf chronologische Ordnung in Ereignisstrukturen) bezieht, soweit sie vorhanden ist. Beispiele hierfür sind die einer Wegbeschreibung zugrunde liegende Route, wo die natürliche Ordnung durch die Konnektivität der einzelnen Routensegmente und durch die imaginäre Wanderung entlang der Route vorgegeben ist, "scripts" (vgl. Schank/Abelson 1977), die kulturspezifisches stereotypisches Wissen über bestimmte Handlungsabläufe repräsentieren oder typische Objektkonstellationen, wo die natürliche Ordnung durch funktionale Bezüge einzelner Objekte zueinander induziert sein kann.

⁴⁹ Vgl. Levelt (1989:137).

Prozessbezogen sind demnach solche Formen der Linearisierung, die angewandt werden, wenn keine inhaltliche Struktur vorhanden ist. Levelt nennt drei anhand von Beschreibungen einfacher Netzwerke eruiertes Prinzipien, die hierfür einschlägig sind und die verallgemeinert wiedergegeben werden sollen: das Prinzip der *Konnektivität* ('verbalisiere einen Aspekt, der in direkter Verbindung/Nähe zum aktuellen Aspekt steht'), das *Stapel-* (Stack-) Prinzip ('wenn erforderlich, kehre zum jeweils letzten Punkt zurück, an dem mehrere Möglichkeiten des Fortfahrens bestanden') und das Prinzip des *geringsten Speicheraufwandes* ('nenne die einfachsten Dinge zuerst').

Mikroplanung

Um eine für den Hörer angemessene Form einer Äußerung zu gewährleisten und die entsprechende Realisierung durch den Formulator sicherzustellen, ist es notwendig, daß der Botschaft neben den inhaltlichen Spezifikationen weitere Informationen hinzugefügt werden.

Ein Aspekt betrifft die Zuweisung eines *Zugänglichkeitsstatus* ('unzugänglich', 'zugänglich', 'im Diskursmodell', 'im Fokus') an die konzeptuellen Elemente der Botschaft. Diese Information drückt den vom Sprecher angenommenen Bekanntheitsgrad eines Referenten für den Hörer aus und liegt der Entscheidung über Definitheit, pronominale Form und Betonung einer Nominalphrase zugrunde. Durch diese unterschiedlichen sprachlichen Realisierungen wird es dem Hörer erleichtert, angesprochene Referenten zu identifizieren oder zu kreieren. So werden für ihn *unzugängliche* Referenten *indefinit* eingeführt, während *zugängliche* Referenten *definit* gekennzeichnet werden können⁵⁰; auf Referenten *im Fokus* (im zentralen Aufmerksamkeitsbereich) wird pronominal verwiesen und solche, die nicht *im Diskursmodell* enthalten sind, sondern *neu* in den Diskurs eingeführt werden, erhalten eine Betonung. Eine weitere Information ist die Kennzeichnung des zentralen Gegenstands (*Topiks*) einer Botschaft. Sie führt dazu, daß ein entsprechend markiertes Element bevorzugt als Subjekt eines Satzes kodiert wird. Ebenfalls zur Mikroplanung gehört nach Levelt die Übersetzung mentaler Bilder in propositionale Form und die Auferlegung einer bestimmten *Perspektive* (d.h. die Wahl deiktischer oder intrinsischer Darstellung temporaler und räumlicher

⁵⁰ Zugänglich sind demnach diejenigen Referenten, die im Diskursmodell enthalten sind oder deren Existenz inferentiell erschließbar ist (z.B. "der Motor des Autos").

Relationen). Weitere zu fixierende Eigenschaften sind *Aspekt* (punktuelle oder ausgedehnte Betrachtung eines Geschehens) und *Modalität* (vgl. "Gehen Sie da rechts rein" vs. "Da müssen Sie rechts rein gehen").

4.1.4 Zugriff auf Lemmata

Der Zugriff auf die sprachlichen Einträge des mentalen Lexikons stellt die entscheidende Verbindung zwischen der vorsprachlichen Botschaft und dem Sprachsystem dar. Diese Einträge (Lemmata) sind bezüglich morphologischer und phonologischer Eigenschaften noch nicht spezifiziert und unterscheiden sich so von ihren konkreten Ausprägungen (Wortformen). Sie enthalten nach Levelt als wesentliche Bestandteile eine *konzeptuelle Spezifikation* (eine Menge konzeptueller Relationen, die die Bedeutungsinvariante eines Lemmas repräsentiert und die der semantischen Form bei Bierwisch/Lang entspricht), *grammatische Merkmale* der syntaktischen Kategorie eines Lemmas sowie die *Zuordnung der konzeptuellen Argumente zu grammatischen Funktionen* (Subjekt, Objekt usw.) unter Rückgriff auf die thematischen Rollen der Argumente.

Allerdings, "very little is known about how lemmas become activated by fragments of the message" (Levelt 1989:198). Beobachten läßt sich zunächst nur eine hohe Frequenzrate geäußerter Wörter bei normaler Rede (durchschnittlich ein Wort alle 400 Millisekunden). Das weist, ebenso wie die Größe des Wortschatzes eines Sprechers sowie das Vorkommen charakteristischer Sprachfehler, auf eine dem Zugriff zugrunde liegende massive *Parallelverarbeitung* hin. Feststellen läßt sich weiter, daß die parallele Verarbeitung binnen kurzer Zeit in einer Lösung konvergiert. Daß dies nicht trivial ist, äußert sich in dem von Levelt (1989:201) formulierten *Hypernym-Problem*: Wie wird ausgeschlossen, daß nicht immer die einfachste, generellste Lösung gefunden wird, d.h. dasjenige Lemma, dessen konzeptuelle Spezifikation die kleinste, allen Möglichkeiten gemeinsame, Teilmenge darstellt? Levelt zeigt, daß gegenwärtige Verfahren aus der Psychologie und sprachorientierten Künstlichen Intelligenz, die das Konvergenzproblem lösen (Logogentheorie, Diskriminationsnetzwerke und -tabellen, Aktivationsausbreitung), dem Hypernymproblem nicht gerecht werden. Er selbst macht in dieser Hinsicht einen Vorschlag, welcher auf der Abgrenzung eines für ein Lemma spezifischen Bedeutungsanteils (dem *Kern*) basiert, der von den mit dem direkten

Hypernym gemeinsamen Bedeutungsanteilen unterschieden ist.⁵¹ Levelt nennt drei Prinzipien, die in einem entsprechenden Prozessmodell die Lösung des Hypernymproblems garantieren: Das *Einzigkeits-Prinzip*, nach dem keine zwei Lemmata dieselbe Kernbedeutung besitzen, das *Kern-Prinzip*, nach dem auf ein Lemma nur dann zugegriffen wird, wenn die Botschaft seine Kernbedingung erfüllt, und das *Prinzip der Spezifität*, das den Zugriff auf das spezifischste der durch das Kernprinzip zugelassenen Lemmata fordert.

Experimente von Schriefers (1985)⁵² zeigen, daß der lexikalische Zugriff tatsächlich eine von der konzeptuellen Verarbeitung unterschiedliche Prozessebene darstellt. Er replizierte zunächst den *semantischen Markiertheitseffekt*, der darin besteht, daß Versuchspersonen bei Vergleichen bildhaft präsentierter Objekte bezüglich einer bestimmten Dimension (Größe, Länge, Höhe) schneller mit einem *unmarkierten* Adjektiv (groß, lang, hoch) reagieren. Dann wiederholte er das Experiment, allerdings mit nicht-verbaler Reaktion (durch Drücken entsprechender Knöpfe). Hierbei traten keine Zeitunterschiede auf, so daß diese auf den Aufwand beim lexikalischen Zugriff zurückgeführt werden konnten.⁵³

4.2 Sprachgenerierung in der Computerlinguistik

Während in der experimentellen Psycholinguistik grundsätzlich *gesprochene Sprache* den Gegenstand der Untersuchungen zur Sprachgenerierung darstellt, befaßt sich die Mehrzahl der aktuellen Arbeiten zu diesem Thema in der Computerlinguistik (bzw. der sprachorientierten Künstliche-Intelligenz-Forschung) mit der Generierung von graphisch repräsentiertem kohärentem *Text*. Auf einen zentralen Aspekt hiervon, nämlich die *Organisation* eines Textes (d.h. die Planung seines Inhalts und seiner Struktur), soll im folgenden näher eingegangen werden.

⁵¹ Ein Beispiel ist die typische schnelle Bewegung, die den Kern von laufen ausmacht (vgl. "Er lief nicht, sondern er ging langsam").

⁵² H. Schriefers, *On semantic markedness in language production and verification*. Unveröff. Doktorarbeit. Universität Nijmegen. Vgl. hierzu Levelt (1989:229f).

⁵³ Dieses Experiment kann im Sinne der Autonomie semantischer Verarbeitung interpretiert werden. Allerdings ist zur Zeit noch nicht bekannt, welchen Einfluß die *Worthäufigkeit* auf den semantischen Markiertheitseffekt ausübt.

McKeown unterscheidet in ihrer mittlerweile klassischen Arbeit zur Textgenerierung allgemein folgende Aufgaben eines Generierungssystems: "A natural language generation system must be able to decide **what** information to communicate, **when** to say what, and **which** words and syntactic structures best express its intent" (McKeown 1985:3, Hervorhebungen im Text). Diesen Aufgaben entsprechen bei Levelt die Aspekte der Mikro-/Makroplanung, der Linearisierung und der Formulierung. Zur Inhaltsplanung zählt McKeown einerseits die Ausgrenzung relevanten Wissens aus der Wissensbasis (aufgrund der Beziehung zu einem z.B. durch eine Frage gegebenen Gesprächsgegenstand) sowie andererseits die Strukturierung der selektierten Wissensentitäten zu einer kohärenten, organisierten Einheit. Diese Strukturierung wird in ihrem TEXT-System durch Diskurs-Schemata erreicht, die als Muster für typische, auf bestimmte kommunikative Ziele gerichtete Diskursorganisationen aufgefaßt werden können.⁵⁴ Die Schemata setzen sich aus sogenannten *rhetorischen Prädikaten* zusammen, die entweder direkt zur Selektion entsprechender Propositionen aus dem relevanten Wissen verwendet oder aber - indem sie für eine komplexe Diskurseinheit stehen - wiederum zu einem Schema expandiert werden können ("Schemata, therefore, are similar in concept to hierarchical plans [...]. Each predicate in the schema is a generation goal which can be achieved either by fulfilling a number of sub-goals (the predicate expands to a schema) or producing a single utterance (the predicate expands to a proposition)", McKeown 1985:32f).

Mit der *Rhetorical Structure Theory* (RST, vgl. Mann et al. 1989) liegt eine in der Entwicklung befindliche deskriptive Theorie der Textorganisation vor, die durch die systematische Beschreibung von Textstrukturen anhand rhetorischer Relationen charakterisiert ist. Die Relationen bestehen zwischen *Textspannen*, die, wie bei McKeown, entweder elementar oder wieder intern strukturiert sein können. Sie weisen dabei (in der überwiegenden Mehrzahl) eine *Asymmetrie* auf, so daß eine Textspanne als die zentralere (sog. *Nukleus*) und die zweite als die mehr periphere (sog. *Satellit*) identifiziert werden kann. Die Definition einer rhetorischen Relation umfaßt im wesentlichen zwei Teile, zum einen die *Bedingungen*, die für den Nukleus (N), den Satelliten (S) sowie die Kombination der beiden gelten müssen, zum anderen der *Effekt*, den ein Sprecher/ Schreiber durch den Gebrauch der

⁵⁴ Zusätzlich sorgt ein Fokus-Mechanismus für die notwendige Kohärenz eines Diskurses.

Relation erzielen will. (37) und (38) geben vereinfacht die Definitionen für die Relationen BACKGROUND und ELABORATION wider (vgl. Mann et al. 1989:51ff).⁵⁵

(37) BACKGROUND (S, N)

Bedingung für N: Der Leser versteht N nicht ausreichend, solange S nicht gelesen wurde

Bedingung für Kombination von N+S:

S erhöht die Fähigkeit des Lesers, ein Element in N zu verstehen

Effekt: Die Fähigkeit des Lesers, N zu verstehen, nimmt zu

(38) ELABORATION (S, N)

Bedingung für Kombination von N+S:

S präsentiert zusätzliches Detail über die Situation oder einen Teil der Thematik, die in N ausgedrückt wird oder in einer oder mehr der im folgenden aufgelisteten Arten aus N inferentiell ableitbar ist (wenn N das erste Argument eines Paares vorgibt, enthält S das zweite):

1. Menge : Element
2. Abstraktum : Instanz
3. Ganzes : Teil
4. Prozess : Schritt
5. Objekt : Attribut
6. Generalisierung : Spezifikum

Effekt: Der Leser erkennt, daß die in S präsentierte Situation zusätzliches Detail für N liefert. Er identifiziert dasjenige Element des Themas, das näher spezifiziert wird.

Als Ergebnis seiner Bemühung, die in verschiedenen Ansätzen verwendeten rhetorischen Relationen zusammenzutragen, gelangt Hovy (Hovy 1990b) zu einer hierarchischen Klassifikation, die sich in drei Bereiche aufgliedert. Die Wurzeln der entsprechenden Teilbäume dieser Hierarchie sind die abstrakten Relationen ELABORATION, ENHANCEMENT und EXTENSION, die folgendermaßen definiert werden:

⁵⁵ Diese Relationen werden in Kap. 5.6 relevant.

"ELABORATION relations hold between entities and their immediate constituents and properties, and have a definitional flavour; ENHANCEMENT relations hold between entities and their circumstances of place, time, manner, etc.; and EXTENSION relations hold between entities and more distant entities such as causes, follow-ups, contrasts, etc." (Hovy 1990b:130)

Die BACKGROUND-Relation ist danach vom Typ ENHANCEMENT; für die obige ELABORATION existiert eine spezifischere ELABPART-Relation; ebenso ist RESTATEMENT(WIEDERHOLUNG) als ELABORATION kategorisiert.

Der Textgenerierungs-Ansatz Hovys (Hovy 1988a, 1990a) ist dadurch gekennzeichnet, daß die deklarativen Definitionen rhetorischer Relationen in der RST als *Pläne* aufgefaßt und somit operationalisiert werden. Die in den Relationen aufgeführten Effekte werden dabei als *Ziele* des Sprechers interpretiert, die durch das "Ausführen" einer Relation (d.h. das Generieren eines entsprechenden Textes) erreicht werden können ("Employing RST relations as plans was the central insight which made possible this style of text planning with RST", Hovy 1990a:25). Um eine hierarchisch organisierte Textstruktur zu ermöglichen, verfügen Nukleus und Satellit jeweils über einen sogenannten *Growthpoint*, d.h. eine Ansammlung von (optionalen) Zielen, die zur Expansion der beiden Relationskomponenten führen. Diese Eigenschaften kennzeichnen den Textplaner Hovys als ein System, das zielbasiert arbeitet und - von einem globalen Ziel ausgehend - top down hierarchisch expandierend eine Textstruktur entwirft.⁵⁶

Allerdings werden, wie Hovy (Hovy 1988b) überzeugend darlegt, nicht alle sprachlich relevanten Ziele in dieser Weise realisiert (z.B. die Absicht, höflich zu sein). Er unterscheidet daher zwischen *präskriptiver* und *restriktiver* Planung, wobei nur erstere durch top down-Vorgehensweisen realisiert wird. Restriktive Planung verläuft hingegen *lokal* und dient dazu, *on-line* bestimmte, von der präskriptiven Planung offengelassene, Entscheidungen zu treffen. Hierzu gehören u.a. solche Entscheidungen, die die Verbalisierung zusätzlicher Informationen betreffen und die z.B. von den gerade aktuellen Annahmen über den Hörer

⁵⁶ Vgl. Kreyß (1991) zu einer detaillierten Beschreibung (der domänenspezifischen Anwendung) eines solchen Textplaners.

abhängen. Hovy nimmt in diesem Zusammenhang eine *Monitoring*-Komponente an, die beispielsweise das (Nicht-)Erfüllen der Sprecherziele überwacht.

Ein Problem, mit dem die meisten gegenwärtigen Generierungssysteme konfrontiert sind, betrifft deren Status als "natural language front end generator". In der Regel wird davon ausgegangen, daß die zu verbalisierende Information von einem "Experten"(-System) in "clause-sized" Einheiten zur Verfügung gestellt wird ("From the application system, the planner accepts one or more communicative goals along with a set of clause sized input entities that represent the material to be generated", Hovy 1990a:21). Dies führt im allgemeinen zu einer Diskrepanz von nicht-sprachlichem und sprachlichem Wissen, die als *generation gap* bezeichnet wird (vgl. Meteer 1990). Mellish/ Evans (1989) haben hierzu eindrucksvoll, weil systematisch, aufgezeigt, daß eine adäquate Generierung natürlicher Sprache aus von einem typischen Planungssystem gelieferten Wissensstrukturen nicht möglich ist.⁵⁷ Meteer weist in diesem Zusammenhang auf eine wesentliche Voraussetzung für die Textplanung hin: "In order to exercise the full expressiveness of language, text planning needs to address the *internal* composition of clauses and not just their organization into larger structures"(Meteer 1990:62, Hervorhebung im Text). Sie entwirft außerdem "abstrakte linguistische Ressourcen", um die Generierungslücke zu überbrücken, die als konzeptuell-semantic Kategorien und Strukturelemente Jackendoffs identifiziert werden können. Dies ist für den Bereich der Computerlinguistik immerhin ein notwendiger erster, wenn auch noch nicht ausreichend großer Schritt der Annäherung an (psycho-)linguistische Arbeiten zur Sprachgenerierung.

Jacobs (Jacobs 1988) weist auf eine weitere, für viele Generierungssysteme geltende Problematik hin: Textplanung umfaßt bei ihnen auch die Planung der sprachlichen Form, d.h. die überlegte, zeitraubende *Selektion* einer aus mehreren Alternativen. Demgegenüber stellt Jacobs als *predisposition* die empirisch beobachtbare Schnelligkeit natürlicher Sprecher bei der Realisierung einer geplanten Textstruktur. "This distinction can improve efficiency, ease bidirectionality, and satisfy some cognitive concerns" (Jacobs 1988:42). Jacobs befürwortet somit einen automatisierten lexikalischen Zugriff auch innerhalb der Computerlinguistik. Im übrigen erinnert seine Unterscheidung an den Unterschied zwischen planungsbasierter und

erfahrungsbasierter Wegsuche, nämlich den Kontrast bewußter Planung und automatischer Aktivierung.

5. Zur Beziehung von Makroräumwissen und Sprache bei der Generierung von Wegbeschreibungen

5.1 Ausgangspunkt: Wegbeschreibungen aus Wegenetzen

In den vorangegangenen Kapiteln sind die wesentlichen, für die Generierung von Wegbeschreibungen relevanten Begrifflichkeiten eingeführt und erörtert worden. Es soll nun gefragt werden, ob bzw. wie sie sich in ein entsprechendes *kognitives Modell* integrieren lassen.

Den Ausgangspunkt der Betrachtungen hierzu stellt das von Habel (1987) entworfene Schema der internen Struktur eines Routenauskunftssystems dar (s. Abb. 8).

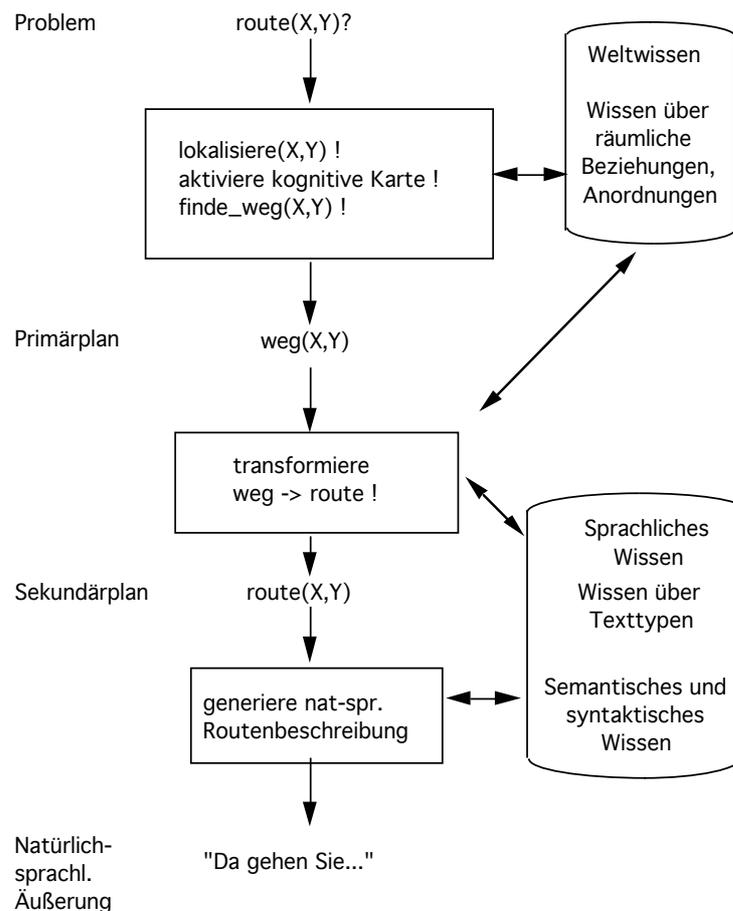


Abb. 8: Die interne Struktur eines Routenauskunftssystems (aus Habel 1987)

An diesem Schema wird zunächst die in Kap. 2.2.1 angesprochene Unterscheidung von Wegen und Routen deutlich. Wege (oder Primärpläne) sind hier *nicht* identisch mit (einem Teil) der aktivierten kognitiven Karte. Stattdessen sind sie das Ergebnis eines eigenen Wegfindungsprozesses, der über der kognitiven Karte operiert. Es wird außerdem eine Komponente angenommen, die die Wege in Routen *transformiert*. Routenbildung wird demnach nicht als *Selektion* aus einer kognitiven Struktur, sondern (auch) als eine *Veränderung* einer solchen Struktur angesehen. Dabei fällt auf, daß die Transformationskomponente sowohl mit dem Weltwissen als auch mit dem sprachlichen Wissen interagiert. Die genannten Bausteine des Schemas sind somit charakteristisch für Habels prozedurales *Basismodell* der Generierung von Wegbeschreibungen und gleichzeitig grundlegend für die Untersuchung der Beziehung von Makroräumwissen und Sprache.

Die Grundlage für den Wegfindungsprozess bilden die sogenannten *Wegenetze*. Diese repräsentieren *Verbindungswissen*, d.h. die Zugänglichkeitsbeziehungen zwischen räumlichen Objekten. In dieser rudimentären Form entsprechen sie daher der Netzkarte Byrnes oder der topologischen Karte von Kuipers.

Formal können Wegenetze als Graphen, bestehend aus Knoten (Kn) und Kanten (Ka), angesehen werden. Ein solcher Graph wird durch Tripel der Art $\langle Kn_1, Ka, Kn_2 \rangle$ definiert, die als Wegabschnitte (WA) oder direkte Verbindungen interpretiert werden können. Ein *Weg* ist dann eine Abfolge von Wegabschnitten $\langle WA_1, \dots, WA_n \rangle$, wobei entsprechende Kohärenzbedingungen gelten ($Anfang(WA_i) = Ende(WA_{i-1})$ für $i = 2 \dots n$).

Die Knoten des Wegenetzes entsprechen z.B. Straßenecken oder Kreuzungen in der Welt, die Kanten Abschnitten von Straßen, Gassen oder ähnlichen Objekten, entlang derer Bewegungen stattfinden. Alle Entitäten, die für ein Routenauskunftssystem relevant sind, sind in einem symbolischen Repräsentationssystem, das dieses Auskunftssystem implementiert, entsprechend sortiert und verfügen über Attribute, die ihre gegenseitigen Beziehungen (z.B. Teil-Ganzes-Beziehungen) explizieren und die bestimmte Eigenschaften darstellen (z.B. die Länge eines Wegabschnitts, den Verlauf einer Straße, die Depiktion einer Straßenecke).

In einem so strukturierten Wegenetz können - gegeben ein erfolgreicher Wegfindungsalgorithmus⁵⁸ - sicherlich Wege gefunden werden. Allerdings ergibt eine direkte Verbalisierung, die sich an den einzelnen Wegabschnitten orientiert, keine angemessenen Wegbeschreibungen, wie das Beispiel (39) zeigt (vgl. Habel 1987:13):

(39) "...Sie gehen die x-Straße bis zur Kreuzung y, und dann die x-Straße bis zur Kreuzung z, und dannund dann"

Aus diesem Grund müssen die Wege überarbeitet und zu Routen transformiert werden. Als Charakterisierung für diese Transformation gibt Habel (ebd.) die folgende informelle Vorschrift an:

Routen entstehen aus Wegen durch Zusammenfassungs- oder Segmentierungsprozesse. Die einzelnen *Routenabschnitte* ergeben sich aus Folgen von Wegabschnitten dadurch, daß gleiche oder ähnliche Kanten zusammengefaßt werden (und dadurch irrelevante Knoten getilgt werden), bzw. daß relevante Knoten als Wegzerlegungen verwendet werden (wobei irrelevante Wegabschnitte getilgt werden).

Konkret ergibt die Vorschrift demnach, daß Wegabschnitte gleichen Namens ("immer die x-Straße entlang") oder gleicher Richtung ("immer geradeaus bis") zusammengefaßt werden. Ergänzt wird diese Transformation dadurch, daß relevante Landmarken ("an der Post vorbei") und Angaben bzgl. Richtungsänderungen und Entfernungen ("rechts abbiegen", "ca. 200m") hinzugefügt werden. Auf diese Weise wird gewährleistet, daß die Basisversion eines Routen- auskunftssystem, so wie es hier rudimentär beschrieben wurde, in bezug auf die gefundenen Wege angemessene Beschreibungen hervorbringt.

5.2 Das Problem: die Interdependenz von Such- und Beschreibungsprozessen

Eine der Fragen, die sich bei der Betrachtung der vorgestellten Basisversion aufdrängen, ist die nach der Interaktion zwischen der Wegsuche und der sprachlichen Umsetzung des

⁵⁸ Mit Absicht wird an dieser Stelle nicht von Aufwand oder Adäquatheit eines solchen Algorithmus gesprochen.

gefundenen Weges. Anscheinend (d.h. dem Schema nach) ist das Finden eines adäquaten Weges vollständig der Beschreibung (hier: Routenbildung und Verbalisierung) vorgeschaltet, so daß Wegsuche und -beschreibung scheinbar modular voneinander getrennt sind. Anders ausgedrückt scheint erst ab der Routenbildung auf sprachliches Wissen zugegriffen zu werden. Dies ist jedoch nicht der Fall, will man nicht beliebige Wege als Basis einer Wegbeschreibung zulassen.⁵⁹ Hoepfner et al. (1990) diskutieren diese Problematik und schreiben dazu:

"In das einfache Zweiphasenmodell, das zwischen Suche und Beschreibung trennt, könnte man diese Überlegungen [zur Zweckorientiertheit einer Wegbeschreibung, K.-U. C.] in der Weise einbringen, daß nicht nur ein Weg zwischen Start- und Zielpunkt ermittelt wird, sondern daß die Suche mehrere alternative Wege erzeugt. Kriterien der Beschreibung, insbesondere ihrer Merkbarkeit, könnten dann diejenige Version auswählen, die als Textgrundlage am geeignetsten erscheint.

Eine solche Lösung des Modularisierungsproblems halten wir allerdings für nicht adäquat. [...] Als Lösung scheint uns hier nur die Annahme vertretbar, daß beide Teilaufgaben - Suche und Beschreibung - wechselseitig miteinander verwoben sind. [...] Für die Aufgabenstellung einer Wegauskunft bedeutet dies, daß Kriterien der natürlichsprachlichen Beschreibung letztlich auf das Kriterium der Merkbarkeit abzielen und deshalb direkt in die Suche einfließen sollten." (ebd., S. 222f)

Hoepfner et al. erörtern einige Beispiele, die den Einfluß der sprachlichen Beschreibbarkeit einer Route auf die Wegfindung zeigen sollen. Dabei wird deutlich, daß dieselben Bedingungen, die in der Transformationskomponente der Basisversion die Zusammenfassung von Wegabschnitten bestimmen (z.B. gerader Verlauf des Wegs) auch (schon) als *Optimalitätskriterien* bei der Wegsuche auftreten. Mit anderen Worten, die Routenbildung kann nur dann zu einer angemessenen Wegbeschreibung führen, wenn der zugrunde liegende Weg auch schon bzgl. der angegebenen Transformationskriterien geplant worden ist. Da diese Kriterien explizit als "sprachlich" gekennzeichnet sind, scheint sich die obige These von Hoepfner et al., die Interdependenz von Makroräumwissen und Sprache, also zu bestätigen.

Allerdings erweist sich die Interdependenz-Hypothese bei genauerer Betrachtung als nicht-schlüssig. Unklar ist z.B., worauf sich die Ausdrücke "sprachlich", "sprachliches Wissen"

⁵⁹ Dies will man selbstverständlich nicht. Schließlich soll der Fragende aufgrund der Wegbeschreibung später zum Ziel gelangen.

oder "Kriterien der natürlichsprachlichen Beschreibung" beziehen.⁶⁰ Die hier angesprochene Problematik soll an einem Beispiel, das Hoepfner et al. angeben, verdeutlicht werden. Es betrifft ein Routenproblem (s. Abb. 9), in dem offensichtlich tatsächlich sprachliche Aspekte, nämlich die Verbalisierung eines Routenmerkmals, Einfluß auf die Bewertung einer Route hat. Dabei geht es um die (vom Wegfindungsalgorithmus zu entscheidende) Frage, ob der Weg nach Y am Punkt X durch das Teilstück A oder das Teilstück B fortgesetzt werden soll.

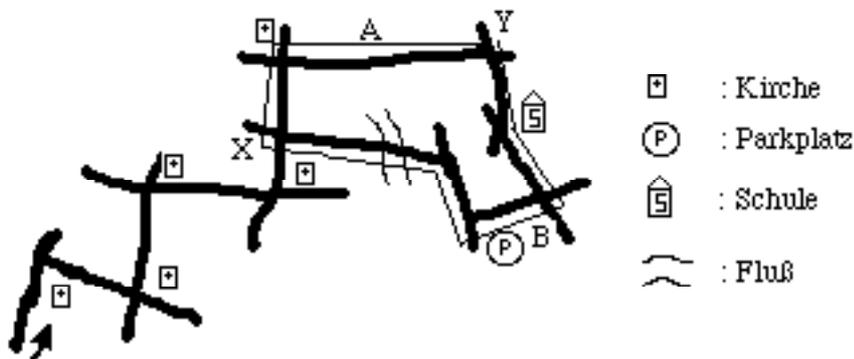


Abb. 9: Ein Routenproblem

Hoepfner et al. argumentieren dahingehend, daß der Weg entlang A die erneute Verbalisierung einer Kirche mit sich ziehen würde:

"Die beste Beschreibung für den bisherigen Weg verwendet die eingezeichneten Kirchen. Die Bewertung dieser Beschreibung verschlechtert sich allerdings, wenn für die Beschreibung des neuen Teilstücks wieder eine Kirche herangezogen würde. [...] Es muß zunächst versucht werden, einige in der Beschreibung verwendete Kirchen durch andere markante Punkte zu ersetzen, damit die mit den Punkten verbundenen Aktionen besser zu merken sind. [...] Ist eine bloße Änderung der Beschreibung nicht möglich, - etwa wenn es wie bei A keine anderen geeigneten Punkte gibt - dann muß der Weg von X aus durch das Teilstück B fortgesetzt werden [...]" (ebd., S. 227)

Hiergegen läßt sich zunächst einwenden, daß Kirchen nicht unbedingt nur durch "Kirche" verbalisiert werden müssen. Möglicherweise ließen sich distinktive Merkmale der Kirchen finden, mit denen sie verbal ebenso unterschiedlich beschrieben werden könnten ("Kirche mit dem goldenen Kreuz über dem Portal", "Bauwerk mit der grünen Kuppel") wie sortal unter-

⁶⁰ Später wird sich zeigen, daß das Finden adäquater Wege nicht durch sprachliche, sondern konzeptuelle

schiedliche Objekte. Untersuchungen zur Objektbenennung deuten darauf hin, daß Sprecher/Hörer sehr wohl in der Lage sind, sortal gleiche Objekte unterschiedlich zu kennzeichnen. Solche Benennungen sind dabei sogar eher über- als unterspezifiziert (vgl. Levelt 1989:129ff zu einem Überblick über diese Thematik). Außerdem stellt sich die Frage, warum wegen der hinzukommenden Kirche umfangreiche Umbewertungen vorgenommen oder sogar ein Umweg geplant werden muß, anstatt einfach die Kirche nicht zu verbalisieren ("an der nächsten Ecke rechts, dann sind Sie da"). Beide Argumente weisen daher auf ein prinzipielles Problem hin: Wie läßt sich bei der gezeigten Variabilität in der Beschreibung von Merkmalen die Entscheidbarkeit oder zumindest die (zeitliche) Effizienz der Bewertungsfunktion/ der Wegsuche gewährleisten? Es muß angenommen werden, daß hierfür keine Lösung gefunden und eine solche Bewertungsfunktion aus Komplexitätsgründen nicht spezifiziert werden kann. Diese Annahme spricht somit dagegen, Kriterien der Beschreibbarkeit als Kriterien bei der Wegsuche zu verwenden.

Es zeigt sich, daß der Wegfindungsprozeß zentral für die Beurteilung der Interdependenz-Hypothese ist. Habel (pers. Komm.) weist in diesem Zusammenhang darauf hin, daß der Basisversion nur ein einfaches Wegfindungsverfahren zugrunde liegt, so daß unter Annahme eines adäquaten Verfahrens und gleichzeitiger Klärung terminologischer Unklarheiten eine differenziertere Sicht der Beziehung von Makroräumwissen und Sprache möglich erscheint. Dies schließt auch grundlegende Strukturänderungen der Basisversion, insbesondere solche, die die Unterscheidung von Wegen und Routen betreffen, nicht aus. Letztlich muß angemerkt werden, daß aus kognitionswissenschaftlicher Perspektive eine modulare Organisation und klar geregelte Interaktion des Wissens- und Sprachsystems wünschenswert ist.

Kuipers hatte im Rahmen seines TOUR-Modells (s. Kap. 3.5) behauptet, daß "übliche Graphensuche-Algorithmen", die über Wegenetzen operieren, hinreichend adäquat für die Verarbeitung von *Routenwissen* sein würden. Die vorangegangene Diskussion hat gezeigt, daß der Zweck der Wegfindung (nämlich Merkbarkeit und Verifizierbarkeit der Wege, vgl. Hoepfner et. al., S. 223) dem Wegfindungsverfahren Restriktionen auferlegen, die über den Bereich einfacher Kriterien wie "kürzeste Verbindung" hinausgehen. Allerdings ist ebenfalls deutlich geworden, daß bisher keine eigentlichen alternativen Konzeptionen für Routen-

findungsverfahren existieren.⁶¹ Als eine Herangehensweise an dieses Dilemma und somit an die Interdependenz-Problematik bietet es sich daher an, existierende Untersuchungen und Modelle zur Struktur und Verarbeitung von Routenwissen näher zu betrachten.

5.3 Routenwissen

5.3.1 Eigenschaften von Routenwissen

Eine interessante Studie zu Verbindungswissen stellt die Untersuchung Chase's über räumliche Repräsentationen von Taxifahrern dar (Chase 1982). Sie ist in dreierlei Hinsicht herausragend und gleichzeitig einschlägig für die hier behandelte Thematik. Erstens stellt die Untersuchungsdomäne (Pittsburgh) einen "echten" Makroraum dar und unterscheidet sich somit positiv von eng begrenzten "laboratory settings". Zweitens wird zwischen Experten (mehr als 10 Jahre Erfahrung), Anfängern (weniger als 1 Jahr Erfahrung) und "intermediates" (zwischen 1 und 10 Jahren Erfahrung) unterschieden. Dies läßt Aussagen über die Entwicklung und Organisation von Routenwissen zu. Drittens wird Routenwissen nicht isoliert betrachtet, sondern mit der übrigen Raumkompetenz in Beziehung gesetzt (s.u.).

Zunächst wurden den Versuchspersonen Aufgaben gestellt, die ihre Fähigkeit zum "kognitiven Kartieren" aufzeigen sollten. Dies umfaßte das Zeichnen einer Karte von wichtigen Teilen Pittsburghs, das Zeichnen ausgewählter Straßengruppen (die jeweils ein Viereck darstellten), das Aufzählen so vieler Stadtteile ("neighbourhoods") wie möglich, die Platzierung von 20 der bekanntesten Stadtteile auf einer Umrißkarte von Pittsburgh sowie Distanzschätzungen zwischen verschiedenen Orten. Hierbei stellten sich die in Kapitel 3 beschriebenen Verzerrungen und Organisationseffekte ein: Videoprotokolle des Kartenzeichnens und Aufzählens ergaben z.B., daß benachbarte Objekte (Straßen, Stadtteile) durch kürzere Produktionspausen getrennt waren als nicht benachbarte Objekte (-> hierarchische Organisation); ebenfalls konnten der Referenzpunkteffekt (Verzerrung der Stadtteilplatzierung relativ zu einer markanten Flußkreuzung bzw. zur Innenstadt), der Barriereneffekt (Verzer-

⁶¹ Ganz abgesehen davon, daß Aspekte wie hierarchische Organisation von Wissen, die Einbindung bekannter Routen in die Routenfindung oder die Unterscheidung 'erfahrungsbasiert' und 'planungsbasiert' völlig unberücksichtigt geblieben sind.

rungen von Distanzen über Stadtteilgrenzen oder z.B. Flüsse) und Winkelverzerrungen repliziert werden. Allerdings ergaben sich *keine* signifikanten Unterschiede z.B. zwischen den Experten und den restlichen Gruppen:

"To summarize the results so far, it appears that drivers have a hierarchical organization of locations within neighbourhoods, and neighbourhoods within larger geographic regions. [...] Experts do not have a map in the head that they use to navigate, or at least, any map imagery that they may have is not the basis of their skill." (ebd., S.399)

Die Untersuchung, die Chase in bezug auf Routenwissen unternahm, lehnten sich an die Studie von Pailhous⁶² an. Dieser hatte Unterschiede bei der Routenfindung zwischen Experten und Anfängern an Pariser Taxifahrern untersucht. Dazu nahm er eine zweistufige Hierarchie des Pariser Straßensystems an: ein *Basissystem*, das - orientiert an der Hervorhebung im Pariser Stadtplan - die markantesten Straßen enthielt (etwa 10% der Gesamtzahl), und ein *sekundäres System* der restlichen 90%. Ein Ergebnis der Studie war, daß bei einem Umwegproblem mehr als die Hälfte der Experten das sekundäre Straßennetz verwendeten, während fast alle Anfänger eine längere Route im Basissystem auswählten, um das Hindernis zu umgehen.

Chase ließ die Versuchspersonen als erstes diejenigen Hauptstraßen aufzählen, die ihnen einfielen. Willkürlich wurde dann das Basisnetzwerk als aus solchen Straßen bestehend definiert, die von mehr als 25% der Fahrer genannt worden waren.⁶³ Ein Fertigungsunterschied ließ sich an der Anzahl der genannten Straßen pro Stadtteil erkennen: je erfahrener der Taxifahrer war, desto mehr Straßen wurden genannt, insbesondere für wenig bekannte Stadtteile. Ein weiterer Unterschied zeigte sich beim Erkennen von Straßenecken/-kreuzungen: Experten erkannten signifikant mehr Kreuzungen von je zwei Straßen des sekundären Netzwerks. Bei diesem Experiment stellte sich im übrigen heraus, daß die Zugehörigkeit einer Straße zum Basisnetzwerk nicht (direkt) mit ihrer "Bekanntheit" korrelierte, da eine Allee, die nicht als Hauptstraße genannt worden war, von fast allen Fahrern erkannt wurde.

⁶² J. Pailhous, Representation de l'espace urbain et cheminements, *Le Travail Humain*, 32:87 (1969), 239.

⁶³ Diese Straßen machten allerdings nur einen Anteil von 2% aller Straßen Pittsburgs aus und deckten sich nur zu 40% mit den auf dem Stadtplan hervorgehobenen Straßen.

Eindeutig unterschieden sich die unterschiedlichen Testgruppen bei der Generierung von Routen. Hierzu mußten die Taxifahrer verschiedene Routenprobleme lösen, zunächst im Labor, einige Wochen später dann *in praxi*. Ein Ergebnis zeigte, daß bei einem Routenproblem, das eine längere Lösung im Basisnetz und eine kürzere im sekundären Netz besitzt, mit zunehmender Fertigkeit vom sekundären Netz Gebrauch gemacht wird.

(40)	kurze L./ sek. Netz	lange L./ Basisnetz
Experten	17	3
Intermediates	9	11
Anfänger	6	14

In einem weiteren Ergebnis erwiesen sich die Experten als erheblich beständiger in bezug auf die Beziehung von im Labor geplanter und in der Wirklichkeit durchgeführter Route (s. (41)).

(41)	dieselbe Route	verbesserte Route	längere Route
Experten	74	26	0
Intermediates	64	23	14
Anfänger	55	23	21

Zu ähnlichen Resultaten gelangten Stern/Leiser (1988) in einer Studie, in der sie die Routenkompetenz von professionellen⁶⁴ und nicht-professionellen Fahrern kontrastierten. Hier mußten die Testpersonen ein bestimmtes Routenproblem erst lösen, dann wurden ihnen Alternativen angeboten, die sie bezüglich ihrer eigenen Lösung als besser oder schlechter bewerten mußten. Für die Auswertung wurden die Fahrer zusätzlich ihrer Fahrpraxis nach in sechs Gruppen eingeteilt. Es ergab sich folgendes:

(1) Die Gesamtanzahl spontan genannter Alternativen pro Gruppe nahm bei den Professionellen mit zunehmender Erfahrung kontinuierlich ab, bei den anderen nicht. (2) Der Prozentanteil der Fahrer, die die durchschnittlich am häufigsten genannte Lösung auswählten, stieg bei den Professionellen mit zunehmender Erfahrung stetig bis zu 100% an, bei den anderen zeigte sich dieser Trend nicht. (3) Die Wahrscheinlichkeit, daß eine Alternative als

⁶⁴ Professionelle Fahrer waren hier neben Taxifahrern auch Fahrer von Polizeiwagen, Feuerwehrfahrzeugen und Notarztwagen.

besser bewertet wurde als die gewählte Lösung, sank bei den Professionellen mit zunehmender Erfahrung auf 0%.

Hieraus kann man ableiten, daß professionelle Fahrer "lernen", indem sie ihre Routenerfahrung ständig integrieren und so eine stetige Verbesserung der Organisation ihres Routenwissens erzielen. Dieser Effekt tritt bei nicht-professionellen Fahrern nicht ein. Möglicherweise verbleiben sie auf einer Ebene, auf der Routenprobleme zufriedenstellend gelöst werden können und die im wesentlichen ein loses Netz von Basisrouten darstellt.

Stern/Leiser interpretieren ihre Ergebnisse dahingehend, daß nicht-professionelle Fahrer (die "normale Population") auf der Routenebene verharren, während die professionellen Fahrer zur Ebene des Übersichtswissens gelangen (vgl. Kap. 3.4). Diese Auffassung ist allerdings mit dem Resultat von Chase nicht kompatibel, der gezeigt hat, daß die Organisation von Routenwissen nicht auf die Organisation von metrischem Wissen (also Übersichtswissen) schließen läßt!⁶⁵ Was also zeichnet gut organisiertes Routenwissen aus?

In der Bewertung seiner Ergebnisse gelangt Chase zu dem Schluß, daß es entweder keine hierarchische Aufteilung des Straßensystems (so wie die von Pailhous postulierte zweistufige) gibt und Straßen nur bzgl. eines Kontinuums an Bekanntheit variieren oder daß das Basisnetzwerk sich mit zunehmender Erfahrung ausdehnt. Die Studie von Stern/Leiser könnte auf eine dritte Alternative hindeuten: eine hierarchische Organisation des Routenwissens, die statt einer zwei-stufigen Struktur ein Spektrum an Hierarchieebenen aufweist. Eine solche Organisation würde einerseits dem "Allee-Phänomen" (s.o.) gerecht werden, andererseits wäre so das in den Untersuchungen willkürlich gelöste *Zuordnungs*-Problem einer Straße zu einer Ebene nicht mehr gegeben. Die Unterschiede der Straßen wären somit gradueller Natur und würden sich in der unterschiedlichen Position der Straßen innerhalb des - gemäß entsprechender Kriterien aufgebauten - hierarchisch organisierten Straßennetzes widerspiegeln.

5.3.2 Der Aufbau von Routennetzen

⁶⁵ Hierzu ist anzumerken, daß Stern/Leiser offensichtlich (d.h. der angegebenen Literatur nach) die Arbeit von Thorndyke/Hayes-Roth (1982), aber nicht die von Chase rezipiert haben.

Mit dem *Traveller*, einem Computermodell von Leiser/Zilbershatz (1989) liegt ein, wenn auch nur partieller, Vorschlag zur Repräsentation und Verarbeitung von Routenwissen vor. Es basiert auf den wesentlichen, in Kapitel 3 vorgestellten Erkenntnissen über Makroräumwissen, ist aber auf die Modellierung des Aufbaus von Routennetzen beschränkt. Bevor näher auf den Traveller selbst eingegangen wird, sollen zunächst einige der grundlegenden Annahmen dargelegt werden.

Methodologisch ist die Entwicklung des Traveller-Modells beispielhaft für eine Vorgehensweise, die generell als "prototyping" bezeichnet wird. Da ich diese Art der Theoriebildung, die über die auf Empirie basierende theoretische Arbeit hinausgeht, für äußerst bedeutsam und effektiv, zudem als kognitionswissenschaftliche Vorgehensweise für unverzichtbar halte und da weiterhin die vorliegende Arbeit in enger Beziehung zu diesem Verfahren steht, soll hier der entsprechende Standpunkt von Leiser/Zilbershatz wiedergegeben werden:

"An empiricist approach that aims to document facts about cognitive maps is unlikely to culminate in an integrated theory. A certain conceptual leap is required, which delineates an integrated conception of the process studied. This basic leap is then further defined in the model's construction.

Programming the model pointed to unspecified parts of the model, and weakly modified decisions may have been forced. Those choices need to be validated, which may mean collecting more data or analyzing them from a novel perspective. During this phase, one attempts to improve the fit between the behavior of the basic model and detailed empirical work. If the fit is already deemed adequate, the scope of the model may be widened. These two phases may then alternate in successive iterations, eventually yielding a model that is conceptually sound and empirically satisfactory." (Leiser/Zilbershatz 1989:440)⁶⁶

Ausgangspunkt der Arbeit von Leiser/Zilbershatz ist die These, daß Verzerrungen und Fehler in kognitiven Karten als Folgen von deren Konstruktionsprozess anzusehen sind. In ihrem Modell beschränken sich die Autoren dann auf den topologischen Aspekt dieses Prozesses (den Aufbau von Verbindungswissen) und hier wiederum auf die im vorangegangenen Kapitel angesprochene "normale Population". Somit werden insbesondere metrische Aspekte (die z.B. charakteristisch für ein bildhaftes Format sind) von der Betrachtung ausgeschlossen.

⁶⁶ Zu einer ähnlichen inhaltlich fruchtbaren Anwendung dieses Verfahrens s. Lang/Carstensen (1989), Lang/Carstensen/Simmons (1991).

Grundlegend für das Traveller-Modell ist die Beobachtung, daß der Erwerb von Routenwissen von Beginn an integriert verläuft (vgl. Moar/Carleton 1982). Routenwissen ist demnach "*developmental* and not merely incremental" (Leiser/Zilbershatz 1989:444, Hervorhebung im Text). Die Autoren grenzen sich in diesem Punkt vor allem von Kuipers (1978) ab, wo der Erwerb von Verbindungswissen nur aus dem sukzessiven Aufbau des Wegenetzes anhand einzelner monolithischer Routen(beschreibungen) besteht und, wie im obigen Basismodell, Routen und Wegenetzverbindungen von unterschiedlichem Format sind. Anders vollzieht sich der Erwerb des Travellers. Erstens sind hier Routen und einfache Verbindungen vom gleichen Format. Zweitens ist jede Erweiterung des Routennetzes von dem bisher vorhandenen Wissen abhängig: Routenfindung geschieht immer durch Anbindung an oder durch Suche in dem jeweils existierenden Netz. Auf diese Weise werden die früh gelernten Routes zu "main routes", die immer wieder durchlaufen werden. Dadurch werden einerseits "Erfahrungsbasiertheit" und andererseits die Basisnetzorientiertheit der "normalen Population", die zu nicht unerheblichen Umwegen führen kann, simuliert.

Die Basis des Travellers ist ein Netz von Verbindungen zwischen benachbarten Knoten. Ähnlich wie in Kuipers/Levitt (1988) werden diese sensomotorischen Verbindungen als Produktionsregeln (s. (42)) dargestellt.

(42) (gegenwärtiger Ort = S, Ziel = Z) \rightarrow Aktion = A

Anders als bei Kuipers werden aber Routen durch die transitive Hülle des Regeloperators (' \rightarrow ') repräsentiert, also z.B. für einen gefundenen Weg [S, Kn1, Kn2, Z] durch die in (43) aufgeführten Regeln.

(43) (S, Kn1) \rightarrow A1, (S, Kn2) \rightarrow A2, (S, Z) \rightarrow A3,
(Kn1, Kn2) \rightarrow A4, (Kn1, Z) \rightarrow A5, (Kn2, Z) \rightarrow A6

Die neuen Regeln werden abgespeichert und stehen danach für folgende Routenprobleme zur Verfügung. Auf diese Weise wird erreicht, daß Routenwissen einerseits *integriert* (kein eigenes Format für Routen) und andererseits *gerichtet* ist (keine a priori-Relation zwischen einer Route von A nach B und einer Route von B nach A). Ein wesentlicher Unterschied zu dem Ansatz von Kuipers besteht also darin, daß Assoziationen nicht nur zwischen zwei benachbarten Knoten, sondern auch zwischen entfernteren Knoten existieren können.

Die Routenfindung des Travellers basiert prinzipiell auf dem Verfahren der Breitensuche. Allerdings würde eine unrestringierte Anwendung des Verfahrens erstens zu einem sehr hohen Speicheraufwand führen (durch die Anzahl der repräsentierten Produktionsregeln im Langzeitgedächtnis und der aktivierten Regeln bei der Suche im Kurzzeitgedächtnis), zweitens ergäben sich bei größeren Netzen enorme Umwege. Der Routenfindung sind deshalb Beschränkungen auferlegt, die im wesentlichen aus einer Aufteilung des Planungsprozesses in drei Teilprobleme besteht: vom Start S zu einem in der Nähe liegenden ausgezeichneten Knoten $C1$ (einem sogenannten *Centroiden*, hierzu s.u.), von $C1$ zu einem Centroiden $C2$ in der Nähe des Ziels und von $C2$ zum Ziel Z . Grundsätzlich wird von einem vorgegebenen *maximalen Suchradius* r ausgegangen. Wird bei der Breitensuche um einen Knoten $2/3 r$ überschritten, erhält der Knoten den Status eines Centroiden. Wird r ansonsten überschritten, schlägt der Planungsprozess fehl. Ist keine dieser beiden Bedingungen erfüllt und es wird eine Route gefunden, so wird sie "gelernt", d.h. gespeichert. In dem Fall, daß $C1$ und $C2$ nicht gleich sind und keine direkte Route zwischen ihnen gefunden wird, so muß der Planungsprozeß rekursiv mit $C1$ als Start und $C2$ als Ziel angewandt werden.

Auf diese Weise ergibt sich ein Netz aus relativ gleichmäßig verteilten Centroiden und häufig durchlaufenen "Centroiden-Routen", das dem Basisnetz von Pailhous und Chase entspricht, wobei die Menge der Routen von Nicht-Centroiden zu Centroiden als das entsprechende sekundäre Netzwerk angesehen werden kann. Dies entspricht der angesprochenen zweistufig hierarchischen Organisation von Verbindungswissen. Die Art, wie Routenwissen im Traveller repräsentiert und verarbeitet wird, kann außerdem als ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zur adäquaten Modellierung "automatischer" erfahrungsbasierter Wegsuche betrachtet werden.

Ein grundlegendes Problem, das sich in bezug auf den Traveller ergibt, betrifft die Art und Weise, wie das Basisnetz aufgebaut wird. Obwohl die Begrenzung der Suche als Entsprechung zu einem begrenzten kognitiven Aufwand sicherlich gerechtfertigt ist, scheint es fragwürdig, die Konstituierung der Centroiden über diesen Suchaufwand zu definieren und hierfür außerdem einen offenbar willkürlich gewählten Grenzwert anzusetzen. Nach diesen Kriterien könnte z.B. eine unscheinbare Straßenecke zu einem Centroiden avancieren, relativ

zu dem saliente Umgebungsmerkmale in Beziehung gesetzt werden.⁶⁷ Eng hiermit verbunden ist das Problem der Beschreibbarkeit der vom Traveller gefundenen Routen. Da die Centroiden arbiträr (d.h. nicht nach inhaltlichen Gesichtspunkten) gewählt sind, ist nicht gewährleistet, daß eine Gesamtroute sinnvoll in Teilabschnitte zerlegt wird, die für eine verbale Beschreibung geeignet sind (nämlich z.B. solche, die durch Entscheidungspunkte begrenzt sind, an denen Richtungsänderungen vorgenommen werden müssen). Ebenso sind den assoziativen Verknüpfungen innerhalb eines Centroiden-Bereichs keine Beschränkungen auferlegt. Demnach erlaubt auch der Traveller in dieser Form keine direkte Anbindung an die Sprache.

5.4 Konzeptuelle Aspekte der Generierung von Wegbeschreibungen

5.4.1 Routenkategorisierung

Zieht man eine Zwischenbilanz zur Frage nach der Interaktion von Verbindungswissen und Sprache, so scheinen beide unvereinbar: sprachliche Kriterien dürfen prinzipiell nicht in die Wegfindung einwirken und rein räumliches Wissen ist zu unspezifiziert, um das Finden adäquater Routen zu ermöglichen. Allein dieser Umstand in Verbindung mit der empirischen Beobachtung, daß adäquate Wegbeschreibungen möglich sind, deutet auf die Existenz einer dritten, vermittelnden Ebene hin.

Grundlegende Hinweise für die Klärung der Frage können den Resultaten der Entwicklungspsychologie entnommen werden (vgl. Kap. 3.2). Hier wurde festgestellt, daß nur Kleinkinder ausschließlich im sensomotorischen Raum operieren, während Kinder etwa ab dem dritten Lebensjahr dazu übergehen, *konzeptuelle Repräsentationen*⁶⁸ ihrer Sinneseindrücke und Handlungen, also auch ihrer Bewegungen durch den Raum, zu erstellen: "The child no longer operates solely in a space of action for he begins to represent his routes

⁶⁷ Leiser/Zilbershatz erkennen allerdings diesen Problempunkt der Kriterien für die Kreierung eines Centroiden (s. hierzu Kap. 6).

(route-type representations)" (Hart/Moore 1973:287). Die Ergebnisse von Allen (1981) und Allen/Kirasic (1985) (vgl. Kap. 3.3) zeigen, daß diese Routenrepräsentationen nicht beliebig strukturiert sind, sondern in bezug auf ihre Segmentierung signifikante interindividuelle Gemeinsamkeiten aufweisen. Allen/ Kirasic deuten in diesem Zusammenhang nur auf eine Analogie der Routensegmentierung zur *Kategorisierung* hin. Da aber konzeptuelle Repräsentationen immer einen Kategorisierungsprozess voraussetzen, soll hier angenommen werden, daß auch Routen und Routenabschnitte konzeptuell repräsentiert werden.

Allerdings wird in der Literatur häufig (vgl. Rosch 1978, Smith/Medin 1981:7) unter Kategorisierung die Zuordnung einer spezifischen Instanz zu einem Konzept (z.B. daß ein bestimmtes Objekt ein Guppy ist) oder die Kennzeichnung eines Konzeptes als spezifische Ausprägung eines anderen (z.B. daß Guppies Fische sind) verstanden, was auf die vorwiegende Beschäftigung mit Nominalkonzepten zurückgeführt werden kann. Diese Art *sprachlicher Kategorisierung* liegt im Falle des Routensegmentierungsphänomens jedoch nicht vor. Vielmehr handelt es sich hierbei um einen Fall *konzeptueller Kategorisierung*, d.h. um einen Prozeß, der u.a. der Konstituierung nicht-sprachlicher konzeptueller Repräsentationen von Gestalt- und Lageeigenschaften räumlicher Objekte (sog. Objektschemata) zugrunde liegt (vgl. Lang 1987a, b).⁶⁹

Nach Lang beruht die Bildung von Objektschemata auf "in der visuellen Perzeption verankerten und nach Kriterien der Verhaltensrelevanz konzeptualisierten Prinzipien" (ebd., S. 177). Ähnliche Prinzipien sind für den - fortan *Routenkategorisierung* genannten - Prozeß der Bildung von Routenabschnitten anzunehmen. Gemeinsamkeiten bestehen dabei zunächst in dem für Kategorisierung als grundlegend anzusetzenden Prinzip der Gruppierung 'ähnlicher' und der Abgrenzung 'unähnlicher' Entitäten ("To categorize a stimulus means to consider it, for purposes of that categorization, not only equivalent to other stimuli in the same category but also different from stimuli not in that category", Rosch 1978:28). Dieses Prinzip - und damit dessen Kriterien für 'Ähnlichkeit' - wird durch perzeptuelle Bedingungen und Bedingungen der Verhaltensrelevanz näher spezifiziert. Objekt- und

⁶⁸ An dieser Stelle wird es notwendig, von "*konzeptueller* Repräsentation" zu sprechen, um eine Abgrenzung zum bislang nur allgemein verwendeten Begriff "Repräsentation" herzustellen.

⁶⁹ Vgl. die hier vorliegende Unterscheidung perzeptueller, konzeptueller und sprachlicher Repräsentationen mit den "ikonischen", "kategorischen" und "symbolischen" Repräsentationen Harnads (Harnad 1987).

Routenkategorisierung unterscheiden sich dann anhand der jeweiligen spezifizierenden Bedingungen, was auf die Verschiedenheit der zugrunde liegenden Wahrnehmungsbereiche zurückzuführen ist.⁷⁰ Vereinfacht läßt sich dieser Unterschied dadurch darstellen, daß der Objektkategorisierung genau ein View (im Sinne Kuipers') zugrunde liegt, während Routenkategorisierung auf einer Abfolge von Views (sowie der zugehörigen Handlungen) basiert.

Konkret stellt sich die Routenkategorisierung als eine Zusammenfassung ("Chunk"-Bildung) mehrerer Views und Aktionen zu einer konzeptuellen temporospatialen Einheit, d.h. zu einer *Ereigniskategorie*, dar. Abb. 10 zeigt beispielhaft und schematisch vereinfacht die Beziehung zwischen der Abfolge von n Views als perzeptuellem Input und der Abfolge von $m+1$ Views (bei m Ereigniskategorien mit $m < n$) nach der Routenkategorisierung. Dabei gewährleistet der Kategorisierungsprozeß, daß gleiche oder kontinuierlich variierende perzeptuelle Gegebenheiten gruppiert werden ("die Straße entlang", "ganz durch die Fußgängerzone durch", "immer geradeaus") und daß "Brüche" im Fluß der Wahrnehmung (d.h. Änderungen bzgl. der Umgebung, des Straßentyps, der Richtung usw.) sich entsprechend in der Routenstruktur widerspiegeln. In Abb. 9 ist dies durch die Zuordnung von m Ereigniskategorien zu den entsprechenden assoziativen Verbindungen ausgedrückt.

⁷⁰ Medin (1989) weist darauf hin, daß insbesondere sprachliche Kategorisierung nicht ausschließlich auf Ähnlichkeit beruht, sondern daß die Kohärenz von Konzepten wesentlich von strukturierenden (Vor-)Annahmen über die Welt ('Theories') abhängt. Jackendoff betont die Schwierigkeit des Kategorisierungsproblems: "I am inclined to consider the theory of this process [(categorization)] to be about the most fundamental problem of cognitive psychology" (Jackendoff 1983:87).

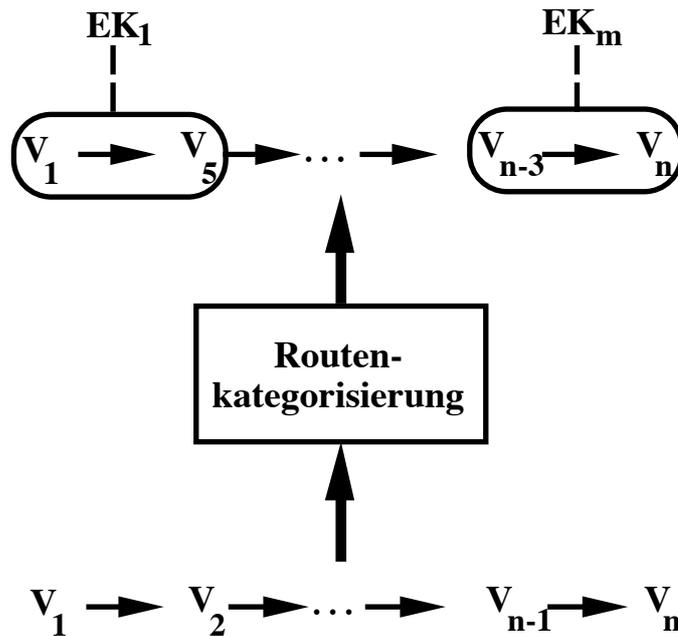


Abb. 10: Routenkategorisierung

Routenkategorisierung ist demnach offenbar nur ein Spezialfall der allgemeineren *Ereigniskategorisierung*. Menschen scheinen generell keine Schwierigkeiten zu haben, kontinuierliche perzeptuelle Information in relativ stabile kognitive Einheiten zu gruppieren. Chafe berichtet von den Experimenten Newtons⁷¹, in denen Versuchspersonen bei der Betrachtung eines Videofilms per Knopfdruck angeben mußten, wann ihrer Meinung nach eine Handlung beendet war und eine neue begann:

"People are able without difficulty to mark what Newton calls 'break points' in the flow of actions; there is considerable agreement as to where the break points occur; and the same person will repeat something close to the same pattern of break points after a period of time" (Chafe 1979:164).

Ein weiteres Ergebnis der Studie Newtons ist die Beobachtung, daß Sprecher ohne Schwierigkeiten in der Lage sind, den Handlungsfluß in Einheiten unterschiedlicher Größe oder Granularität aufzuteilen (z.B. die Segmentierung einer Szene in die Ereignisse 'vom Stuhl aufstehen', 'zur Tür gehen', 'die Tür schließen', 'umdrehen', 'zurück zum Stuhl gehen',

⁷¹ Beschrieben in D. Newton, "Foundations of attribution: The Perception of Ongoing Behavior", in J. H. Harvey, W. J. Ickes, und R. F. Kidd, eds., *New Directions in Attribution Research*, (Hillsdale, New Jersey Erlbaum Associates 1976).

'wieder hinsetzen' oder in ein Gesamtereignis 'die Tür schließen'). Wegbeschreibungen liefern weitere Evidenz für dieses Phänomen, und zwar nicht nur für die unterschiedlichen räumlich-zeitlichen Bereiche einer Kategorie ('Tür schließen'), sondern auch für unterschiedliche Kategorisierung auf verschiedenen Detailebenen (z.B. 'umsteigen' vs. 'aussteigen', 'über den Bahnsteig gehen' und 'einsteigen').

5.4.2 Ereignisse, Zustände und Prozesse

Wie Herweg (1990) ausführlich darlegt, bilden Ereignisse - ungeachtet ihrer inhaltlichen Detailliertheit - nicht den einzigen Typ konzeptueller Kategorisierung von *Situationen*. Neben Ereignissen sind *Zustände* und *Prozesse* als weitere ontologische Kategorien anzunehmen. Diese konzeptuelle Differenzierungen haben erklärenden Charakter für die Unterschiede, die sich auf der sprachlichen Ebene in bezug auf die Akzeptabilität von Sätzen mit modifizierenden zeitlichen Angaben (s. ((44)a.-d.)) beobachten lassen.

- (44)
- a. Er steht schon 5 min lang (/ *in 5 min) hier⁷²
 - b. Er geht 5 min lang (/ *in 5 min) geradeaus
 - c. Er geht in 5 min (/ *5 min lang) bis zum Hauptmarkt
 - d. Er geht (*5 min lang / *in 5 min) zum Hauptmarkt

Die verschiedenen Situationsorten lassen sich anhand mehrerer Dimensionen unterscheiden. Zunächst werden Zustände (s. (44)a.) und Prozesse (s. (44)b.), im Gegensatz zu Ereignissen, als *unbegrenzt* und *nicht zielgerichtet (atelisch)* konzeptualisiert. Sie sind *homogen* in dem Sinn, daß für die sie denotierenden sprachlichen Ausdrücke die sogenannte *Teilintervall-Eigenschaft* gilt: Wenn sie an einem Zeitintervall wahr sind, so sind sie auch an dessen Teilintervallen wahr. Andererseits - und hierin unterscheiden sich Zustände und Prozesse - sind Zustände *statische* Situationen, während Prozesse und Ereignisse inhärent *dynamisch* sind. Die Dynamik besteht dabei in einem *Wechsel* von einem Vor- in einen Nachzustand, der bei Prozessen als iterierend aufgefaßt werden kann.

⁷² Die Phrase "in 5 min" ist hier durchweg als "innerhalb einer 5 min dauernden Zeitspanne" und nicht in der möglichen Interpretation "nach 5 min" zu verstehen.

Unter den Ereignissen können ausgedehnte (sogenannte *Accomplishments*, s. (44)c.), von punktuellen (sogenannten *Achievements*, s. (44)d.), unterschieden werden.⁷³ Während punktuelle Ereignisse einfach durch den Wechsel in den Resultatzustand gekennzeichnet sind, lassen sich ausgedehnte Ereignisse in drei Teile zergliedern: das *ingressive* Ereignis des Einsetzens einer Handlung / eines Vorgangs, der Prozeß des auf einer gewissen Abstraktionsstufe andauernden homogenen Geschehens und das *egressive* Ereignis des Aufhörens der Handlung/des Vorgangs. Diese Unterscheidungen sind zum Teil lexikalisch kodiert (z.B. im Russischen durch drei entsprechende Derivationsmorpheme, im Deutschen nur durch ingressive und egressive Präfixe wie los- in losgehen und aus- in ausreden) und ansonsten semantisch fixiert, z.B. gehen ([α limit]), streunen ([-limit]), losgehen/ erreichen ([+ limit]).⁷⁴

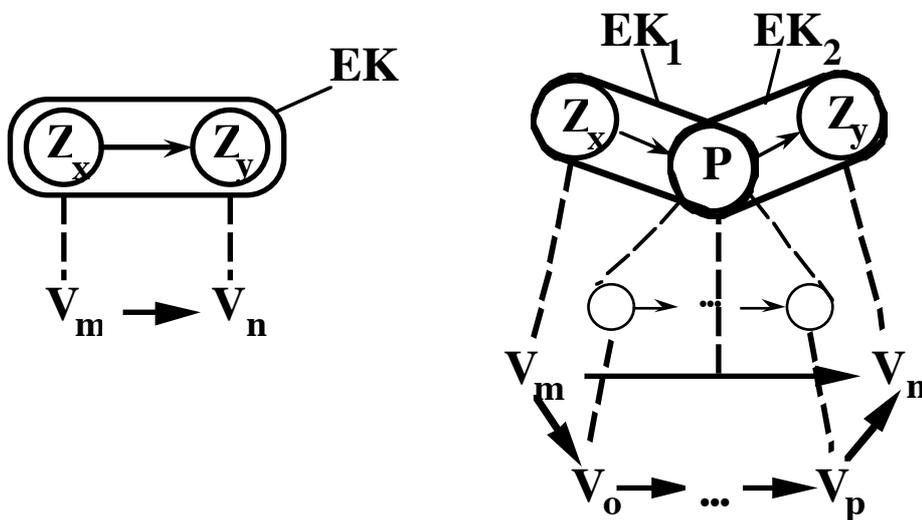


Abb. 11a.: punktuellere Ereignis Abb. 11b.: ausgedehntes Ereignis

Die so motivierte Differenzierung von Situationsorten erlaubt eine detailliertere Betrachtung der Kategorisierung räumlichen Verbindungswissens. Routenkategorisierung setzt danach die Kategorisierung von Zuständen bzw. Prozessen voraus, was sich aus der Definition von Ereignissen als Wechsel von Zuständen ergibt. Anders als in Abb. 10 veranschaulicht, besitzen Ereigniskategorien eine interne Struktur: entweder bestehen sie aus einem direkten

⁷³ "Sprachlich lassen sich diese Ereignistypen durch die Anwendbarkeit von Ausdrücken wie *in 3 Stunden* differenzieren" (Wunderlich/Kaufmann 1990:230).

⁷⁴ Durch das semantische Merkmal [α dynamisch] werden Zustände von dynamischen Situationen unterschieden, [α limit] kennzeichnet den Begrenztheitsstatus einer Situation; vgl. hierzu Maienborn (1990). α ist eine Variable über '+' und '-'.

Übergang von einem Zustand in einen anderen (ein punktueller Ereignis, vgl. Abb. 11a.) oder aus einem Übergang von einem Zustand in einen Prozeß, dem Prozeß selbst⁷⁵ und dem Übergang von dem Prozeß in einen anderen Zustand (ein ausgedehntes Ereignis, vgl. Abb. 11b.). Dabei sind die Zustände und Prozesse mit den räumlich-bildhaften Informationen (jeweils den Views und Verbindungen) assoziiert, die sie repräsentieren.

5.5 Semantische Aspekte der Generierung von Wegbeschreibungen

Im Hinblick auf die Versprachlichung konzeptuellen Wissens drängen sich zwei Fragen auf, deren Beantwortung eine notwendige Voraussetzung für den lexikalischen Zugriff und somit für die Generierung von Wegbeschreibungen im allgemeinen darstellt: Aus welchen konzeptuellen Einheiten besteht eine Routenkategorie; wie sind die semantischen Strukturen räumlicher Ausdrücke beschaffen, die die Verbalisierungsmöglichkeiten konzeptueller Strukturen determinieren? Hierzu soll ein Vorschlag gemacht werden, der einerseits in den neueren Arbeiten zur Raumsemantik verwurzelt ist (vgl. Bierwisch 1988; Habel 1989; Herweg 1989, 1990; Lang 1987a; Maienborn 1990, Wunderlich/ Herweg 1990; Wunderlich/Kaufmann 1990)⁷⁶, andererseits explizit auf die Struktur konzeptueller Ereigniskategorien rekurriert.

Kern der hier vorgenommenen Analyse ist eine zweistellige Relation CHANGE, die den Wechsel zwischen je zwei homogenen Situationen repräsentiert. Mit Hilfe dieser Relation lassen sich Ereigniskategorien im wesentlichen als aus zwei bzw. drei konzeptuellen Elementen (den Zuständen/ Prozessen) und einer bzw. zwei CHANGE-Relationen zwischen den Elementen darstellen (vgl. 45).

(45) a. [CHANGE(z1, z2)] punktueller Ereignis

⁷⁵ Der Prozeß kann auf einer bestimmten Abstraktionsebene als ein Zustand betrachtet werden, nämlich bezüglich des Zutreffens einer Prozeßeigenschaft. Anders ausgedrückt weist ein Prozeß wiederum eine interne Struktur auf.

- b. [CHANGE(z1, p), CHANGE(p, z2)] ausgedehntes Ereignis⁷⁷

(46) veranschaulicht eine instantiierte Repräsentation einer Ereigniskategorie, die sprachlich in etwa als (47) realisiert werden kann. Hier sind die einzelnen Zustände jeweils als eigenständige Sätze entsprechend ihrer durch die CHANGE-Relation ausgedrückten zeitlichen Abfolge verbalisiert worden.⁷⁸

$$(46) \left[\begin{array}{l} z1 = [LOK(PETER, PROX * (PORTA_NIGRA))] \\ z2 = [LOK(PETER, PROX * (HAUPTMARKT))] \\ p = \left[\begin{array}{l} MOVE(PETER) \\ GEH * (PETER) \\ LOK(PETER, PROX * (SIMEONSTRASSE)) \end{array} \right] \\ DO(PETER, p) \\ PATH(p, path) \\ GERADEAUS(path) \\ PARALLEL(path, MAX(SIMEONSTRASSE)) \\ CHANGE(z1, p) \\ CHANGE(p, z2) \end{array} \right]$$

- (47) "Zuerst befindet sich Peter bei der Porta Nigra. Dann geht er die Simeonstraße entlang. Dann befindet er sich beim Hauptmarkt"

Dabei orientiert sich der lexikalische Zugriff zum einen an den in der Literatur gängigen Schemata für semantische Repräsentationen von lokalen Präpositionen (s. (48), vgl. z.B.

⁷⁶ Eine Präsentation und Diskussion der verschiedenen Ansätze, insbesondere ihrer zum Teil subtilen Unterschiede, ist im Rahmen dieser Arbeit allerdings nicht möglich.

⁷⁷ Per definitionem sind z1, z2 und p auf homogene Situationen sortierte Variablen. Aus mnemotechnischen Gründen werden zusätzlich Prozessvariablen (p) von Zustandsvariablen (z1, z2) notationell unterschieden. Eckige Klammern zeigen im folgenden jeweils Mengen von Propositionen an, die als konjunktiv miteinander verknüpft betrachtet werden können.

⁷⁸ Auf zeitliche Aspekte und somit auf die Semantik temporaler Ausdrücke kann hier nicht eingegangen werden. Ich gehe daher im folgenden von einer entsprechenden semantischen Analyse aus (vgl. Herweg 1990 zur Semantik temporaler Konjunktionen), allerdings nehme ich mit der Notierung der Situationsvariable s als referentiellem Argument eines Verbs eine nicht weiter diskutierte Vereinfachung vor.

Herweg 1989) und Bewegungsverben (s. (49), vgl. z.B. Wunderlich/ Kaufmann 1990, Maienborn 1990). Zum anderen basiert der lexikalische Zugriff in (47) auf den als tentativ aufzufassenden semantischen Repräsentationen für sich befinden (s. (50)) und entlanggehen (s. (51)). PRAEP* und MOD*_{MOVE} sind hier Variablen, die lexemabhängig durch entsprechende Konstanten für regionenkonstituierende Funktionen (z.B. BEI*) bzw. Bewegungsmodi (z.B. GEH*) spezifiziert werden. MOVE und DO sind Prädikatskonstanten, die die konzeptuellen Bedingungen der Fortbewegung bzw. des zielgerichteten Handelns repräsentieren. L und P sind Variablen, die durch Eigenschaften instantiiert werden, die wiederum als lokale bzw. direktionale Argumente eines Verbs interpretiert werden können.

(48) Lokale Präposition: $\lambda y \lambda x \text{ LOK}(x, \text{PRAEP}^*(y))$ ⁷⁹

(49) Bewegungsverb: $(\lambda P) \lambda x \lambda s \left[\begin{array}{l} p = \left[\begin{array}{l} \text{MOVE}(x) \\ \text{MOD}^*_{\text{MOVE}}(x) \\ P(x) \end{array} \right] \\ \text{DO}(x, p) \end{array} \right]$

(50) sich befinden: $\lambda L[-\text{Dir}] \lambda x \lambda s \text{ L}(x)$

(51) entlanggehen: $\lambda y \lambda x \lambda s \left[\begin{array}{l} p = [\text{MOVE}(x) \ \& \ \text{GEH}^*(x)] \\ \text{DO}(x, p) \\ \text{PATH}(p, \text{path}) \\ \text{PARALLEL}(\text{path}, \text{MAX}(y)) \end{array} \right]$ ⁸⁰

Entscheidend ist in diesem Zusammenhang, daß (47) nicht die einzige Realisierung von (46) ist, sondern daß eine Vielzahl anderer verbaler Beschreibungen desselben Ereignisses

⁷⁹ Die LOK-Relation ist zu interpretieren als: Das zu lokalisierende Objekt x ist in einer präpositions-spezifischen Region bezüglich des Referenzobjektes y lokalisiert. Dabei ist die BEI*-Region eines Objektes Teil seiner PROX*-Region, die zusätzlich auch seinen Rand- und Innenbereich umfaßt (vgl. hierzu z.B. Habel/Pribbenow (1988), Herweg 1989, Maienborn 1990).

⁸⁰ Vgl. Habel (1988) für die Annahme eines "PARALLEL"-Prädikats im Rahmen eines Vorschlags für die Semantik von folgen. Zur Interpretation des Funktors "MAX", der die maximale Achse eines Objekts liefert, vgl. z.B. Lang (1987).

Zu beachten ist, daß mit der hier angegebenen PATH-Funktion keine Festlegung bezüglich möglicher Auffassungen von 'Wegen' (vgl. Bierwisch 1988, Habel 1989) getroffen worden ist. Vorstellbar sind allerdings verschiedene Stufen der Abstraktion (z.B. von Geschwindigkeit und Richtung) aus einem Bewegungsprozeß mit einer Abfolge von Lokalisierungszuständen ('Spur') als allgemeinstem Konzept.

möglich sind (z.B. "Peter geht von der Porta Nigra zum Hauptmarkt"). Somit gilt es, die semantischen "Haken" derjenigen Lexeme zu definieren, die an weiteren Realisierungen beteiligt sind.

Eine Klasse von Ausdrücken, die die inhärente *Selektivität* der Sprache besonders deutlich hervortreten lassen, sind die telischen Bewegungsverben. Indem sie explizit nur auf einzelne Teile einer Ereigniskategorie zugreifen und außerdem in unterschiedlicher Weise konzeptuelle Information inkorporieren, stellen sie ein Beispiel für sprachliche Mittel zur Realisierung verschiedener Perspektiven auf die vorliegende fokussierte konzeptuelle Information dar. Hierin drückt sich ein grundlegender Unterschied zwischen der Semantik sprachlicher Ausdrücke und den konzeptuellen Repräsentationen der Situationen, die sie bezeichnen, aus.

(52) a. losgehen:

$$\lambda x \lambda s \left[\begin{array}{l} p = [MOVE(x) \& GEH^*(x)] \\ DO(x,p) \\ CHANGE([LOK(x,z)],p) \end{array} \right]$$

b. verlassen:

$$(\lambda P[+Dir,-limit]) \lambda y \lambda x \lambda s \left[\begin{array}{l} p = [MOVE(x) \& P(x)] \\ DO(x,p) \\ CHANGE([LOK(x,PROX^*(y))],p) \end{array} \right]$$

c. weggehen:

$$\lambda P[+Dir,+limit,VON] \lambda x \lambda s \left[\begin{array}{l} p = [MOVE(x) \& GEH^*(x)] \\ DO(x,p) \\ CHANGE([LOK(x,PROX^*(z))],p) \\ P(x) \end{array} \right]^{81}$$

⁸¹ Zum Unterschied der direktionalen Argumente von verlassen und weggehen vgl. "Er verläßt das Haus durch die Tür/*von hier" vs. "Er geht weg von hier/*durch die Tür". "z" ist in den semantischen Repräsentationen durchweg eine freie Variable.

d. kommen:

$$\lambda P[+Dir,+limit] \lambda x \lambda s \begin{bmatrix} p = [MOVE(x)] \\ CHANGE(p,z) \\ P(x) \end{bmatrix}$$

e. vorbeikommen:

$$\lambda P[-Dir] \lambda x \lambda s \begin{bmatrix} p = [P(x)] \\ MOVE(x) \\ CHANGE(z1,p) \\ CHANGE(p,z2) \end{bmatrix}$$

f. ankommen:

$$\lambda P[-Dir] \lambda x \lambda s \begin{bmatrix} p = [MOVE(x)] \\ CHANGE(p,[P(x)]) \end{bmatrix}$$

g. erreichen:

$$\lambda y \lambda x \lambda s \begin{bmatrix} p = [MOVE(x)] \\ CHANGE(p,[LOK(x,PROX*(y))]) \end{bmatrix}$$

Kennzeichnend für den Vorschlag zur Bedeutungsrepräsentation einiger telischer Bewegungsverben in (52) ist die Art, wie sich die Stelligkeit der CHANGE-Relation auswirkt. Anders als in Analysen wie z.B. von Wunderlich/ Kaufmann (1990), in denen ein einstelliges CHANGE-Prädikat nur einen Nachzustand ausweist (und somit ein verallgemeinertes BECOME darstellt, s.o. Kap.4.1.2), wird hier ausgenutzt, daß mit einer zweistelligen CHANGE-Relation auf der semantischen Ebene *direkt* auf die Ereigniskategorien in der konzeptuellen Struktur zugegriffen werden kann. Vereinfacht entspricht dies der Möglichkeit des "Matchings" von semantischen und konzeptuellen Strukturen.

Besonders deutlich sichtbar wird der semantische Effekt der Zweistelligkeit von CHANGE an den semantischen Repräsentationen für direktionale Präpositionen, als deren Beitrag ebenfalls ein Zustandswechsel angenommen wird. Hier müssen Wunderlich/Kaufmann (1990) aufgrund der Einstelligkeit ihres CHANGE-Prädikats eine Source-Präposition wie aus durch eine *negativ* spezifizierte Komplement-Region charakterisieren ($\lambda y \lambda x CHANGE(\neg LOK(x, IN^*(y)))$). Aus Sicht der Generierung wird es allerdings notwendig zu hinterfragen, wann diese negativen Propositionen gebildet werden. Dazu lassen sich zwei

generelle Möglichkeiten angeben: (a) der Kategorisierungsprozeß bildet die negativen Propositionen; (b) beim lexikalischen Zugriff werden die negativen Propositionen inferentiell abgeleitet.

Möglichkeit (a) verlangt jedoch, daß nur bestimmte negativ spezifizierte Zustandsbeschreibungen gebildet werden, z.B. für eine Situation des "aus-dem-Haus-Gehens" der (Nach-)Zustand des "Nicht-im-Haus-Seins". Andernfalls würden eine große Anzahl irrelevanter Zustände generiert ("Nicht-mehr-unter-dem-Dach-Sein", "Nicht-mehr-unter-dem-ersten-Geschoß-Sein", "Nicht-mehr-über-dem-Kellergeschoß-Sein" usw.), die einen erheblichen (nicht handhabbaren?) Berechnungs- und Speicheraufwand mit sich bringen würden. Somit stellt sich die Frage nach Kriterien für Selektion *relevanter* zu bildender Zustände. So ist es sicherlich relevant für das Verlassen eines Hauses, daß eine Öffnung in der Hauswand passiert wird, so daß für einen bestimmten Zeitpunkt der Zustand "in-der-Öffnung" gilt. Wie plausibel ist aber die Annahme eines Zustandes "nicht-in-Türöffnung", der bis zum nächsten Betreten eines Hauses gilt?

Möglichkeit (b) impliziert, daß eine negative Proposition aus einem positiv spezifizierten Zustand abgeleitet wird, um die Generierung eines spezifischen Lexems zu ermöglichen. Wie entscheidet ein Inferenzprozeß, relativ zu welchem Zustand und zu welchem Lemma eine Inferenz sinnvoll ist?

Ohne daß (a) und (b) kategorisch abgelehnt werden, soll mit der zweistelligen CHANGE-Relation eine Alternative angeboten werden. Diese umfaßt die folgenden Punkte: (i) es wird angenommen, daß der Kategorisierungsprozeß (im wesentlichen?) nur *positive* Zustandsbeschreibungen bildet; (ii) die CHANGE-Relation modelliert *direkt* den Wechsel zwischen zwei sich unterscheidenden Zuständen; (iii) indem das CHANGE-Prädikat ausdrücklich als Bestandteil der konzeptuellen und der semantischen Ebene ausgewiesen ist, wird ein "Matching" von Elementen dieser beiden Ebenen möglich; (iv) Vor- und Nachzustand eines Ereignisses lassen sich *explizit* und *positiv* repräsentieren.

Diese Punkte erweitern und präzisieren somit die zuvor anhand der Stelligkeit von CHANGE umrissenen Charakteristika dieser Analyse,⁸² indem sie zeigen, daß nicht nur Aussagen über semantische Strukturen, sondern auch über konzeptuelle Strukturen sowie über deren Beziehung zueinander getroffen werden.

(iv) besagt, daß sich Phasenwechsel bezüglich einer Prädikation entweder durch $\text{CHANGE}([P(x)], z)$ (d.h.: ein Wechsel bzgl. P, so daß P(x) nicht mehr gilt) oder durch $\text{CHANGE}(z, [P(x)])$ (d.h.: ein Wechsel bzgl. P, so daß P(x) gilt) darstellen lassen. Hierfür ist vorauszusetzen, daß bei der Interpretation eines CHANGE-Prädikats eines semantischen Eintrags verifiziert wird, daß P(x) auf der konzeptuellen Ebene in dem einen Zustand gilt und in dem anderen nicht gilt. Aufgrund der positiv spezifizierten endlichen Zustandsbeschreibungen kann dies als effektiv und effizient berechenbar angesehen werden. Bezogen auf das obige Beispiel des Haus-Verlassens heißt das, daß der Nachzustand des Verlassen-Ereignisses die Zustandsbeschreibung "in der Türöffnung" *nicht enthält*.

In (53) sind die entsprechend diesem Vorschlag anzusetzenden semantischen Repräsentationen für direktionale Präpositionen angegeben.⁸³

- (53)
- | | | |
|----|---------------------------------|---|
| a. | <u>in</u> [+Dir, +limit]: | $\lambda y \lambda x \text{CHANGE}(z, \text{LOK}(x, \text{IN}^*(y)))$ |
| b. | <u>zu</u> [+Dir, +limit, ZU]: | $\lambda y \lambda x \text{CHANGE}(z, \text{LOK}(x, \text{PROX}^*(y)))$ |
| c. | <u>aus</u> [+Dir, +limit]: | $\lambda y \lambda x \text{CHANGE}(\text{LOK}(x, \text{IN}^*(y)), z)$ |
| d. | <u>von</u> [+Dir, +limit, VON]: | $\lambda y \lambda x \text{CHANGE}(\text{LOK}(x, \text{PROX}^*(y)), z)$ |

Analog zu der vorangegangenen Argumentation ist zu untersuchen, ob andere direktionale Prä- und Postpositionen ebenfalls ausschließlich semantisch positiv definiert werden können. Beispielsweise bietet es sich an, durch ohne Rückgriff auf einen für Pfadpräpositionen charakteristischen Phasenwechsel ($\neg \text{LOK}(x, \text{IN}^*(y)) \rightarrow \text{LOK}(x, \text{IN}^*(y)) \rightarrow \neg \text{LOK}(x, \text{IN}^*(y))$),

⁸² Die Stelligkeit allein ist auch nicht diskriminierend: vgl. z.B. Wunderlich/Herweg 1990 und Wunderlich 1991 zu notationellen Varianten der CHANGE-Relation.

⁸³ Die angegebenen Strukturen decken Fälle wie "die Tür in den Garten" oder "die Telefonleitung durch das Haus" nicht ab. Allerdings schlägt Klein (1990) vor, Phrasen dieser Art nicht direkt durch die Lokalisierungsrelation der Präposition zu charakterisieren, sondern als bzw. wie Relativsätze zu analysieren (z.B. "die Tür, die in den Garten führt"). Dies hätte den positiven Effekt, daß entsprechende Phrasen mit Objekten, mit denen keine typischen Verläufe oder Richtungen assoziiert sind, trotz vorhandener maximaler Ausdehnung automatisch als inakzeptabel bewertet werden können (*"Das Streichholz entlang der Zigarre" <- *"Das Streichholz verläuft entlang der Zigarre").

vgl. Maienborn 1990:90) und, ebenso wie über, allein durch Bezug auf eine dynamische unbegrenzte Situation semantisch zu beschreiben (s. (54)). Mit (55) wird außerdem der Versuch unternommen, aus (Postposition) und bis als auf den Anfang bzw. das Ende einer zunächst als unbegrenzt konzeptualisierten - dynamischen oder multiplen statischen - Situation (vgl. "Die Leute gingen/ standen vom Erdgeschoß aus bis in den 5. Stock") bezogen zu analysieren. Hierzu legen aus und bis jeweils einen bestimmten Wechsel bezüglich dieser Situation fest und verlangen eine Spezifizierung dieses Wechsels durch den semantischen Beitrag einer entsprechenden Präpositionalphrase (vgl. Wunderlich/Kaufmann 1990).

- (54) a. durch[+Dir, -limit]: $\lambda y \lambda x \text{ LOK}(x, \text{IN}^*(y))$
 b. über[+Dir, -limit]: $\lambda y \lambda x \text{ LOK}(x, \text{ÜBER}^*(y))$
- (55) a. aus[+limit]: $\lambda P[\alpha \text{Dir}, +\text{limit}, \text{VON}] \lambda z[-\text{limit}] \text{ CHANGE}(v, z) \ \& \ P(x)$
 b. bis[+limit]: $\lambda P[\alpha \text{Dir}, +\text{limit}] \lambda z[-\text{limit}] \text{ CHANGE}(z, v) \ \& \ P(x)$

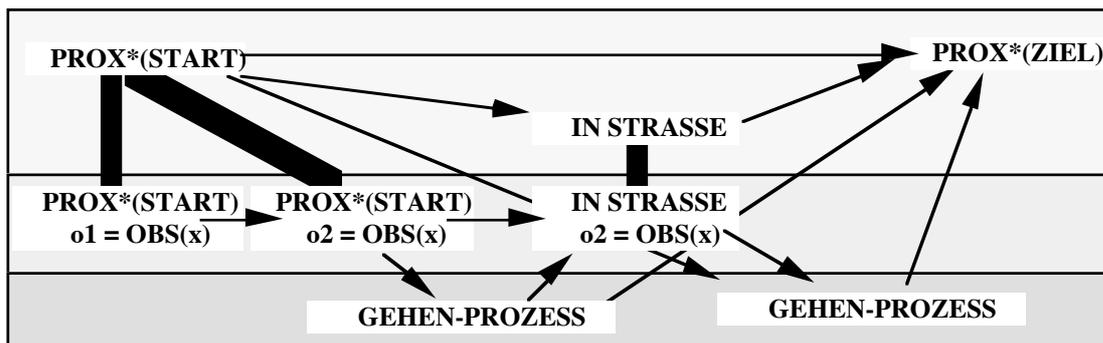
Diese exemplarisch aufgeführten semantischen Repräsentationen räumlicher Ausdrücke sind dadurch gekennzeichnet, daß sie in unterschiedlicher Weise auf eine konzeptuelle Struktur zugreifen. Diese Eigenschaft spiegelt sich sehr deutlich an weiteren sprachlichen Realisierungen für (47) wider (s. (56)).

- (56) a. Peter geht bei der Porta Nigra los. Dann geht er, bis er beim Hauptmarkt ist.
 b. Peter geht von der Porta Nigra weg. Dann ist er beim Hauptmarkt.
 c. Peter geht von der Porta Nigra bis zum Hauptmarkt.
 d. Peter geht von der Porta Nigra aus geradeaus die Simeonstraße entlang und ist dann beim Hauptmarkt.
 e. Peter verläßt die Porta Nigra und geht die Simeonstraße entlang. Dann kommt er zum Hauptmarkt.
 f. Peter geht zum Hauptmarkt.

Eine Abfolge von Sätzen wie in (56) könnte prinzipiell eine Wegbeschreibung konstituieren. Diese Beschränkung auf die Beschreibung von Bewegungsereignissen trifft allerdings, wie die sprachlichen Daten zeigen, nicht zu. Stattdessen werden außerdem häufig Richtungsänderungen oder der Wechsel in andere Verkehrslinien verbalisiert (s. Kap. 2.2.2). Hierfür lassen sich - abgesehen von stilistischen Gesichtspunkten - zwei Gründe angeben: Erstens

sind verhaltensrelevante Änderungen in der Wahrnehmung (also z.B. Richtungsänderungen) als wesentlicher segmentierender Faktor bei der Routenkategorisierung saliente Eigenschaften, die sich zur Verbalisierung anbieten; zweitens existiert nicht immer eine als Ziel geeignete Landmarke an einem Entscheidungspunkt ebenso wie einem Sprecher nicht immer die Namen der zu traversierenden Straßen bekannt sind (vgl. "Gehen Sie die nächste Straße links rein").

Allerdings werden Richtungsänderungen in Wegbeschreibungen nur selten explizit verbalisiert, sondern treten häufig als Richtungsangaben auf ("Gehen Sie rechts runter"). Dies weist auf eine diffizilere Beziehung von konzeptueller Struktur und sprachlicher Form hin als bisher angenommen. Insbesondere ist hierfür eine wesentlich komplexere Repräsentation einer Routenkategorie anzusetzen. Abb. 12 veranschaulicht die Mindestmenge an Ereigniskategorien, die für die Beschreibung einer Verbindung zwischen zwei Entscheidungspunkten einer Route vorausgesetzt werden muß. An diesem Beispiel wird deutlich, daß als konzeptuelle Repräsentation einer Routenkategorie eine komplexe Struktur angenommen werden muß, in der die Wechsel zwischen *unterschiedlich spezifischen* Zustände enthalten sind. Diese Granularitätsunterschiede führen erstens zu einer hierarchisch organisierten konzeptuellen Struktur, zweitens bedingen sie durch die mit den Ereigniskategorien assoziierten räumlich-zeitlichen Spannen gleichzeitig Unterschiede in der Detailliertheit mentaler Vorstellungen.



- rechts durch die STRASSE gehen bis zum ZIEL ————
- rechts einbiegen in STRASSE/ rechts abbiegen vom START —
- sich nach rechts drehen /wenden —

Abb. 12: Eine komplexe Routenkategorie⁸⁴

Konzeptuell besteht eine Richtungsänderung in jedem Fall aus dem Wechsel der (möglicherweise induzierten) Betrachterachse eines Objekts ($OBS(x)$, vgl. hierzu Lang 1987 a,b). Auf diesen Wechsel wird in den semantischen Formen von Verben der Richtungsänderung wie z.B. drehen, einbiegen (vgl. *"Drehen Sie sich geradeaus", *"Biegen Sie geradeaus ein ...") Bezug genommen, und zwar im Rahmen ihrer spezifischen, als $DREH^*$ bezeichneten Prozeßbedingungen (s. (57)a,b). Betrachterachsen sind in diesem Zusammenhang außerdem relevant, da sie kriteriale Bestandteile der Semantik bestimmter Lokaladverbien (links, rechts) darstellen. Beispielsweise wird durch eine Phrase wie nach rechts als direktionalem Argument P eines Richtungsänderungsverbs eine Verbindung zur Semantik von rechts (vgl. (57)c) hergestellt, die wiederum in spezifischer Weise (die in der Definition der Funktorkonstante $RECHTS^*$ auszubuchstabieren ist) eine relevante Betrachterachse adressiert.

- (57) a. drehen
- $$\lambda P[+Dir] \lambda y \lambda x \left[\begin{array}{l} p = [MOVE(PART(y)) \& DREH^*(PART(y))] \\ DO(x,p) \\ P(PART(y)) \end{array} \right]$$
- b. einbiegen $\lambda P[+Dir] \lambda x \left[\begin{array}{l} p = [MOVE(x) \& DREH^*(x)] \\ CHANGE(p,[LOK(x,IN^*(z))]) \\ P(x) \end{array} \right]$
- c. rechts $\lambda x \left[LOK(x,RECHTS^*(y)) \right]$

Auch wenn die semantischen Repräsentationen in (57) und die in Abb. 12 dargestellte konzeptuelle Struktur als spekulativ betrachtet werden müssen, so wird an ihnen doch der Bezug zu den in Kap. 2.2.3 angesprochenen Einbettungsphänomenen sichtbar: Routenkategorien sind komplexe konzeptuelle Strukturen, die auf verschiedene Weise

⁸⁴ Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind Ereigniskategorien nur durch Pfeile zwischen Zustandsbeschreibungen dargestellt. Dicke Balken repräsentieren die Verbindungen von Zustandsbeschreibungen unterschiedlicher Granularität. Unterschiedliche Granularität selbst soll durch die verschiedenen Hintergrundschattierungen angedeutet werden.

sprachlich kategorisiert werden können.

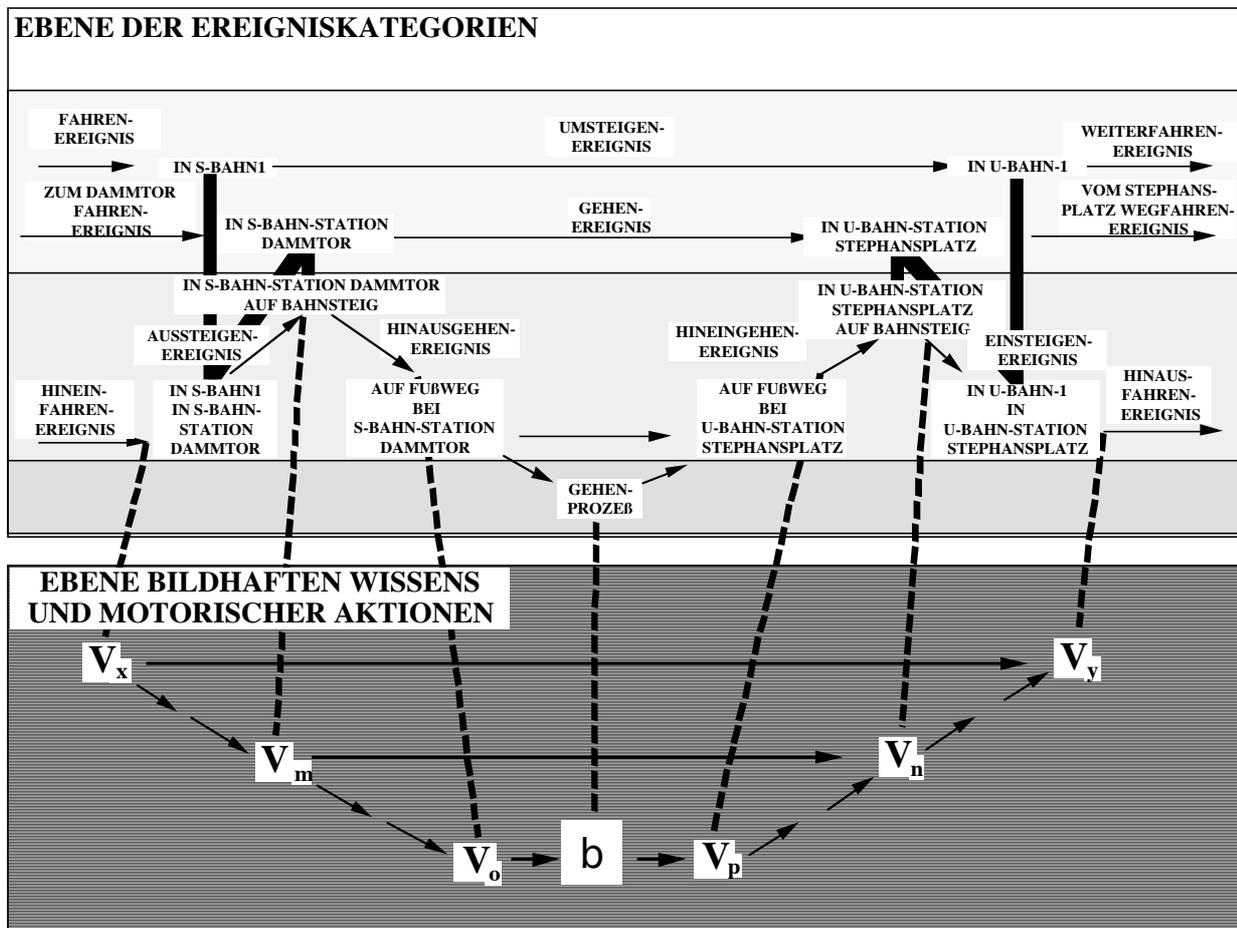


Abb. 13: Partielle Repräsentationsstruktur der Umsteige-Situation Dammtor/Stephansplatz

Dabei nehmen die selektierten Informationen jeweils auf unterschiedliche räumlich-zeitliche Spannen Bezug, wodurch sich die angesprochenen Differenzen in der Detailliertheit sprachlicher Beschreibungen ergeben. Besonders deutlich wird dieser Zusammenhang an den variierenden Beschreibungen der Umsteige-Situation Dammtor/Stephansplatz (s. Kap. 2.2.3). Abb. 13 stellt einen Teil der für diese Situation anzunehmenden Ereignisstruktur dar.⁸⁵

⁸⁵ Zur Illustration sind einige Ereignisse sprachlich benannt. Hierbei ist zu beachten, daß die konzeptuellen Ereigniskategorien sprachlich natürlich gerade *nicht* eindeutig sind.

In dieser Abbildung ist außerdem die Beziehung der Zustände auf der konzeptuellen Ebene mit den Views und Aktionen der sensomotorischen Ebene angedeutet. Erkennbar ist, daß die Views zu Beginn und am Ende einer Ereigniskategorie assoziativ miteinander verknüpft sind und diese Verknüpfungen somit als "Hyperverbindungen" fungieren, die möglicherweise ein wesentliches Element räumlicher Erfahrung darstellen und außerdem - indem sie eine effizientere Routenfindung ermöglichen - vielleicht ausschlaggebend für den Unterschied zwischen erfahrungs- und planungsbasierter Wegsuche sind.

Es wäre sicherlich notwendig, eine Vielzahl weiterer räumlicher Lexeme (z.B. treffen auf, stoßen auf, überqueren, runtergehen usw.) semantisch zu analysieren, was allerdings im Rahmen dieser Arbeit nicht geschehen kann. Ziel der vorangegangenen Beispielanalysen war es, im Hinblick auf die Generierung von Wegbeschreibungen und unter der spezifischen Annahme der zweistelligen CHANGE-Relation, partielle Antworten auf die eingangs des Kapitels gestellten Fragen zu finden und die Beziehung zwischen konzeptuellen und semantischen Strukturen zu erhellen. Dabei erweist sich die Vielfältigkeit des Zugriffs auf konzeptuelle Strukturen als eine der wesentlichen und charakteristischen Eigenschaften von Sprache, die sich in der Variabilität semantischer Repräsentationen widerspiegelt. Routenkategorien stellen sich als komplexe Ereignisstrukturen dar, die für die Selektion eines sprachlichen Inputs in unterschiedlicher Detailtiefe traversiert werden können.

Drei abschließende Punkte lassen sich in dem hier thematisierten Zusammenhang der Beziehung zwischen sprachlichem und nicht-sprachlichem Wissen aufführen.

Erstens weisen Routenkategorien offensichtlich aufgrund spezies-spezifischer Kategorisierungsprinzipien interindividuell eine große Ähnlichkeit bezüglich ihrer Struktur und insbesondere bezüglich ihrer maximalen Spanne auf (nämlich jeweils die Spanne zwischen zwei durch saliente Brüche in der Wahrnehmung determinierten Entscheidungspunkten). Die Wegbeschreibung in (18) unterstreicht die Allgemeinheit dieses Phänomens, indem sie eine Ausnahme ist, die die Regel bestätigt: die Routenkategorien umfassen hier anscheinend die Spannen Holstenstraße - Eppendorfer Baum (ohne den Linienwechsel an der Station Sternschanze zu berücksichtigen) und Eppendorfer Baum - Klosterstern. Dadurch wird eine ungewöhnlich grobe Segmentierung des Weges vorgenommen, die auf die Wichtigkeit der Kooperativität des Sprechers in bezug auf die Nachvollziehbarkeit seiner Beschreibung hinweist. Gleichzeitig wird hieran eine wesentliche Eigenschaft konzeptueller Kategorien

deutlich: Sie sind einerseits in der sensomotorischen Ebene verwurzelt und spiegeln so die Struktur der als salient wahrgenommenen und entsprechend kategorisierten Informationen wider; andererseits sind sie abstrakt und unter diesem Gesichtspunkt unabhängig von der Wahrnehmungsebene. Der letzte Aspekt zeigt sich insbesondere an den Routenauskunftsfragen ("Wie komme ich von A nach B?"), denen eine unterspezifizierte konzeptuelle Routenkategorie zugrunde liegt (vgl. die semantischen Repräsentationen von kommen und von).⁸⁶ Der Auskunftgebende kann diese Kategorie möglicherweise direkt identifizieren ("mit der S1", "einfach die Simeonstrabe langgehen"), in der Mehrzahl der Fälle ist sie jedoch keine der in bezug auf die Konzeptualisierung von Raumerfahrung "natürlichen" oder im Hinblick auf den interaktiven Aspekt angemessenen Kategorien, so daß eine Wegsuche notwendig wird. Dies zeigt, daß es in bezug auf die Repräsentation räumlichen Wissens nicht gerechtfertigt ist, ontologisch zwischen 'Gesamtrouten' und 'Teilrouten' zu unterscheiden und entsprechende Beziehungen wie 'teil-von' und 'hat-Teil' zwischen diesen anzunehmen. Netze von Routen unterschiedlicher Detaillierung bilden somit die repräsentationelle Basis für die Generierung von Wegbeschreibungen. "Inhaltliche" und "räumlich-bildhafte" Detaillierung sind dabei eng miteinander verbunden.

Zweitens läßt sich die enge Beziehung konzeptueller Granularität und räumlich-bildhafter Detaillierung festhalten. Dieser "vertikale" Aspekt der konzeptuellen Struktur stellt möglicherweise einen der wichtigsten Gegenstandsbereiche für die Untersuchung der Semantik natürlicher Sprachen dar. Bezogen auf die Generierung zeigt sich dies vor allem in der Beziehung zwischen der Granularitätsebene der Repräsentation und den durch sie gegebenen Verbalisierungsmöglichkeiten, so z.B. bei der Umsteige-Situation Dammtor/Stephansplatz. Es ist davon auszugehen, daß *Inferenzen* eine entscheidende Rolle bei dem Zugriff auf "ausgeblendete" Information spielen. Beispielsweise ist der Lokalisierungszustand 'in Hamburg', der für die gesamte Umsteige-Situation gilt, bei den Wegbeschreibungen nicht im Fokus und steht so sinnvollerweise nicht für den lexikalischen Zugriff zur Verfügung. Trotzdem würden die Auskunftgebenden keine Schwierigkeiten haben, die beschriebene Situation entsprechend räumlich zu lokalisieren. Dies erfordert offensichtlich einerseits eine vertikale Strukturierung und andererseits eine vertikale

⁸⁶ Man darf hier nicht übersehen, daß eine Antwort wie "Bewegen Sie sich irgendwie dorthin" äußerst

Verarbeitung konzeptuellen Wissens, die beide nicht losgelöst von den mentalen Vorstellungen gesehen werden dürfen, die mit den jeweils beteiligten Objekten assoziiert sind.

Drittens deutet die Vielfalt des semantischen Zugriffs auf konzeptuelle Strukturen darauf hin, daß es nicht möglich ist, situations- oder intentionsabhängige Regeln für die Selektion eines sprachlichen Inputs anzugeben (d.h. z.B. Satzmuster und Wortwahl exhaustiv zu spezifizieren),⁸⁷ sondern daß diese einerseits von der aktuellen Detailtiefe und andererseits, wie von Levelt beschrieben, vom Grad der Aktivierung der jeweiligen konzeptuellen Einheiten abhängig ist.

5.6 Aspekte der Textstruktur von Wegbeschreibungen

Nach Klein/Stutterheim (1987) läßt sich die Wohlgeformtheit und der Aufbau einer Wegbeschreibung teilweise aus ihrer *Quaestio*, d.h. der zugrunde liegenden Frage ("Wie komme ich von A nach B?"), ableiten. Diese kann dazu dienen, die Hauptstruktur einer Wegbeschreibung von ihrer Nebenstruktur abzugrenzen: "Nebenstrukturen sind negativ definiert. Sie antworten nicht auf die Quaestio des Textes, obwohl sie natürlich indirekt doch zu der gesamten Antwort beitragen" (Klein/Stutterheim 1987:181). Dabei werden - wie in Kap. 4 angesprochen - die strukturellen Eigenschaften einer Wegbeschreibung durch die zielorientierten Planstrukturen des Sprechers determiniert. Hierfür kann als globales Ziel angenommen werden, daß der Hörer wissen soll, was er tun muß, um den in der Quaestio ausgedrückten Ortswechsel von A nach B durchzuführen (dies entspricht einem hinreichend detailliert zu elaborierenden Prozess p in [CHANGE(LOK(h, PROX*(A)), p), CHANGE(p, LOK(h, PROX*(B))), DO(h, p)]). Der Typ dieses globalen Ziels "vererbt" sich auf die

unkooperativ, aber möglich ist.

⁸⁷ Nichts anderes geschieht in den meisten der momentan existierenden Wegbeschreibungssysteme (vgl. Carstensen 1988, 1990, Meier et al. 1988, Müller 1989, Pattabhiraman/Cercone 1990). Es werden Schemata für Textstrukturen implementiert, die abhängig von bestimmten Situationsparametern direkt (!) sprachliches Material (Lemmata) selektieren. Dies ist bei dem gegenwärtigen Forschungsstand kaum anders möglich, andererseits aber äußerst unbefriedigend, weil die zugrundeliegenden Prinzipien nicht realisiert werden und die angegebenen Regeln somit weitgehend ad hoc sind, da die entsprechenden Entscheidungen vom

einzelnen Orte des gefundenen Weges,⁸⁸ so daß die Verbalisierung der einzelnen Routenkategorien in den pragmatischen Rahmen der Ziele von Sprecher und Hörer eingebettet ist.

Gleichzeitig ergibt sich die Hauptstruktur einer Wegbeschreibung aus der Abfolge der Teilwegbeschreibungen. Ihre referentielle Bewegung wird inhaltlich durch das Prinzip der imaginären Wanderung (die Traversierung der Routenkategorien, d.h. den Ortswechsel "in Richtung" B) und strukturell durch das "chronologische Prinzip" (durch die der Ereignisstruktur inhärenten zeitlichen Abfolge) bedingt. Dieses *Sequenzmuster* der Hauptstruktur wird sprachlich überwiegend durch "und dann" markiert.

Die Nebenstruktur einer Wegbeschreibung zeichnet sich per definitionem durch indirekten Bezug zur Quaestio aus. Ihre Elemente lassen sich generell als *Erweiterungen* der Hauptstruktur kategorisieren. In bezug auf die referentielle Bewegung sind sie daher, im Gegensatz zu den *Verschiebungen* in der Hauptstruktur, vom Typ *Erhalt*. Speziell können die Relationen *Elaboration* und *Hintergrund (Background)* unterschieden werden, für die Rutz (1990) jeweils ein Beispiel angibt (s. (58), (59)).

(58) ELABORATION(b, a)

- a. Sie gehen die Bahnhofstraße runter bis zur Kreuzung.
- b. Dabei kommen Sie an einem Polizeigebäude und am Kino Atrium vorbei.

(59) HINTERGRUND(b, a)

- a. Dann gehen Sie auf der Hauptstraße bis zum Arbeitsamt geradeaus weiter.
- b. Es ist ein großes, grünes Gebäude mit vielen kleinen Fenstern.

Offensichtlich sind Elaborationen als Verbalisierungen *eingebetteter* Ereignisse aufzufassen, während Background-Informationen als statische Zustandsaussagen realisiert werden, die das Ziel bzw. den Zielzustand näher spezifizieren. Bezogen auf den Aspekt der Planung (eines Sprechers oder eines Textgenerierungssystems) unterscheidet Rutz zwischen globaler

Systementwickler getroffen werden. Zu einem ersten, wenn auch noch der Tiefenkasustheorie verhafteten Ansatz zur Generierung von Wegbeschreibungen unter Berücksichtigung impliziter Kriterien vgl. Klöck 1988.

⁸⁸ Hier muß meiner Ansicht nach von "Vererbung" gesprochen werden, da aufgrund der Separatheit der Wegplanung keine integrierte hierarchische Äußerungsplanung vorliegen kann.

Planung der Hauptstruktur und lokaler Planung der Erweiterungen. Allerdings wird ihr lokaler Planungsprozeß durch vorhandene saliente Information ausgelöst. Dieses Prinzip ("ich finde etwas Relevantes, also verbalisiere ich es") führt jedoch dazu, daß entweder ausufernde Texte (lokal kohärent, aber global inkohärent) möglich werden oder daß diese Ausuferung durch ad hoc-Kriterien unterbunden werden muß. Hier wäre zu untersuchen, ob eine genau entgegengesetzte Sichtweise, nämlich die Explizierung des *Zwecks* der Erweiterungen, eine Lösung aus dem Dilemma darstellt: "das Ziel (in der Hauptstruktur) ist noch nicht hinreichend erfüllt, also biete ich dem Hörer mehr Informationen". Diese Formulierung basiert auf einer Entscheidung des Sprechers zu mehr Aufwand. Mutmaßlich fällt letztere - zumindest bei Menschen - im Zweifelsfall negativ aus.

(60) Köbsell_et_al_4.3

... Dann links runter, das ist die Fleischstraße, dann treffen Sie auf den Hauptmarkt ...

Eine weitere Beobachtung spricht für lokale on-line Planungsprozesse: auch in die Verbalisierung einer Routenkategorie kann statische Hintergrund-Information einfließen, die sich somit nicht auf den Zielzustand bezieht (s. (60)). Hier ist es sinnvoll, lokale Entscheidungen anzunehmen, die zum Nennen des Straßennamens führen. Es ist zu vermuten, daß die von Levelt und Hovy postulierte Monitoring-Komponente und/oder ein Modell des Redepartners dazu verwendet werden, jene Entscheidungen zu treffen. Auf diese Weise wird erklärt, wie die Ziele 'der Hörer soll eine genauere Beschreibung des gegenwärtigen Ereignisses erhalten' und 'der Hörer soll den gegenwärtigen Zustand besser verstehen' instantiiert werden, anhand derer die Pläne ELABORATION bzw. HINTERGRUND getriggert werden. Somit können die Planungsprozesse, die die Nebenstruktur von Wegbeschreibungen determinieren, als der restriktiven Planung Hovys zugeordnet angesehen werden.

Neben der Haupt- und der Nebenstruktur ist auch die in Kap. 2.2 angesprochene Globalstruktur von Wegbeschreibungen bei der Beschreibung der Textstruktur zu berücksichtigen. Hier ist ein parametrisierter Plan anzunehmen, der auf ein abstraktes Ziel gerichtet ist ("Sicherung des kommunikativen Ziels"). Für das Erreichen dieses Plans läßt sich, wie erwähnt, eine Strategie WIEDERHOLUNG postulieren, die wie ELABORATION vom Typ Erhalt ist, inhaltlich aber die *gesamte* Zeitspanne abdeckt. Der Parameter dieses

Plans ist die Detailtiefe der Beschreibung, dessen Werte vereinfacht durch die Angaben 'fokussiert', 'defokussiert' und 'identisch' restringiert werden können.

Eine weitere Strategie der Absicherung ist HINZUFÜGEN, durch die neue Information genannt wird, welche, unabhängig von der Detailtiefe, *berechnet* wird (Weglänge, Zeitdauer). Die in Kap. 3.3.2 beschriebene Verwendung von *Heuristiken* bei diesen Berechnungen ist vielleicht die Ursache für den separaten Status dieser Strategie; der dabei zu betreibende mentale *Aufwand* ist möglicherweise der Grund für die relativ seltene Anwendung der Strategie.

- (61) a. Gehen Sie bis zur nächsten Ecke. Da ist der Hauptmarkt.
 b. Gehen Sie bis zum Hauptmarkt

Anhand der hier vorgestellten Prinzipien der Textorganisation von Wegbeschreibungen kann jetzt die Frage nach der Zuordnung bestimmter Informationen zur Haupt- oder Nebenstruktur in bezug auf die schon in Kap. 4.1.3 genannten Sätze (s. (61)) beantwortet werden. Relativ zu dem in (61)a. gewählten Detailliertheitsgrad stellt die "Ecke" das in die Hauptstruktur aufzunehmende Ziel der Routenkategorie dar, so daß der Hauptmarkt als Hintergrundinformation der Nebenstruktur zugeordnet wird. Aufgrund der geringeren Detailtiefe ist die Ecke in (61)b. "nicht sichtbar". Stattdessen fungiert der Hauptmarkt als das Ziel der Routenkategorie und ist damit automatisch Bestandteil der Hauptstruktur. Textstruktur wird somit unter anderem durch den Detailliertheitsgrad der Konzeptualisierung räumlicher Gegebenheiten determiniert.

Abb. 14 gibt einen Überblick über die hier vorgestellten Aspekte der Textstruktur von Wegbeschreibungen. Sie veranschaulicht die unterschiedlichen Ebenen der Inhaltsplanung (Verbalisierung aller Routenkategorien (RK_n) vs. Verbalisierung einer Routenkategorie (RK_i)), die Beziehung der präskriptiv geplanten Hauptstruktur zur restriktiv geplanten Nebenstruktur sowie die Zuordnung der entsprechenden Situationskategorien zu den Elementen der Planstruktur (vgl. Kap. 2.2.2, vgl. (3), (4), (7), (58)-(61)).

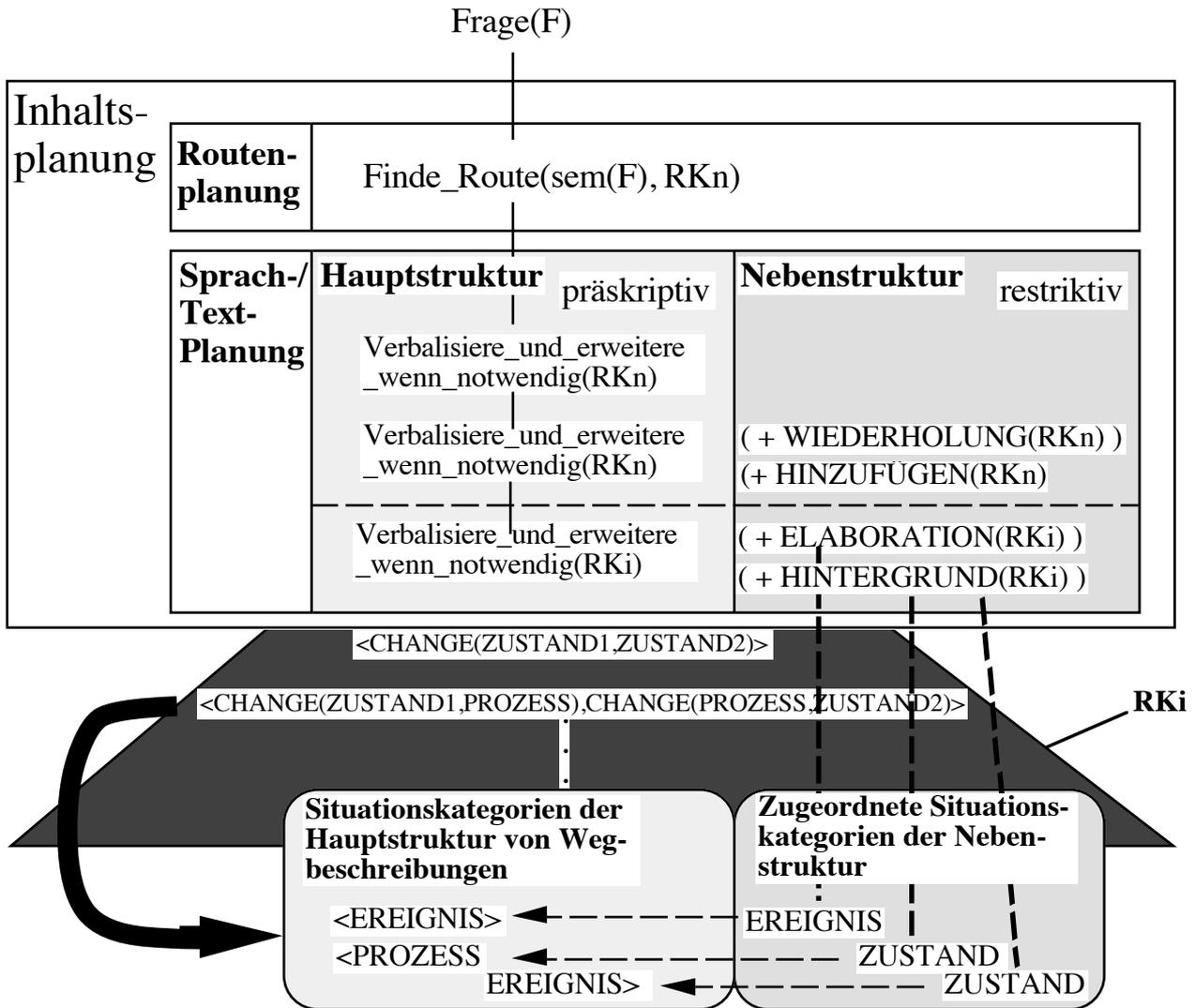


Abb. 14: Inhaltsplanung und Situationskategorien

5.7 Wegbeschreibungen aus Routennetzen

Es ist jetzt möglich, ein kognitives Modell der Generierung von Wegbeschreibungen vorzuschlagen, das auf dem hier dargelegten Zusammenhang zwischen Makroräumwissen, konzeptueller Struktur und Sprachkenntnis basiert und das gleichzeitig zumindest partiell die bei der Generierung von Sprache benötigten Module und ablaufenden Prozesse berücksichtigt. Abb. 15 veranschaulicht den Versuch, die wichtigsten Aspekte der Generierung von Wegbeschreibungen zusammenhängend darzustellen. Hierbei sind die Routenfindung, das Routennetz sowie der konzeptuelle Kategorisierungsprozeß aufgrund

ihrer zentralen Rolle hervorgehoben worden. Die Routennetzkomponente macht noch einmal die enge Beziehung zwischen den konzeptuellen Routenkategorien und den sensomotorischen Repräsentationen (Verbindungen und Depiktionen (Views)) deutlich.

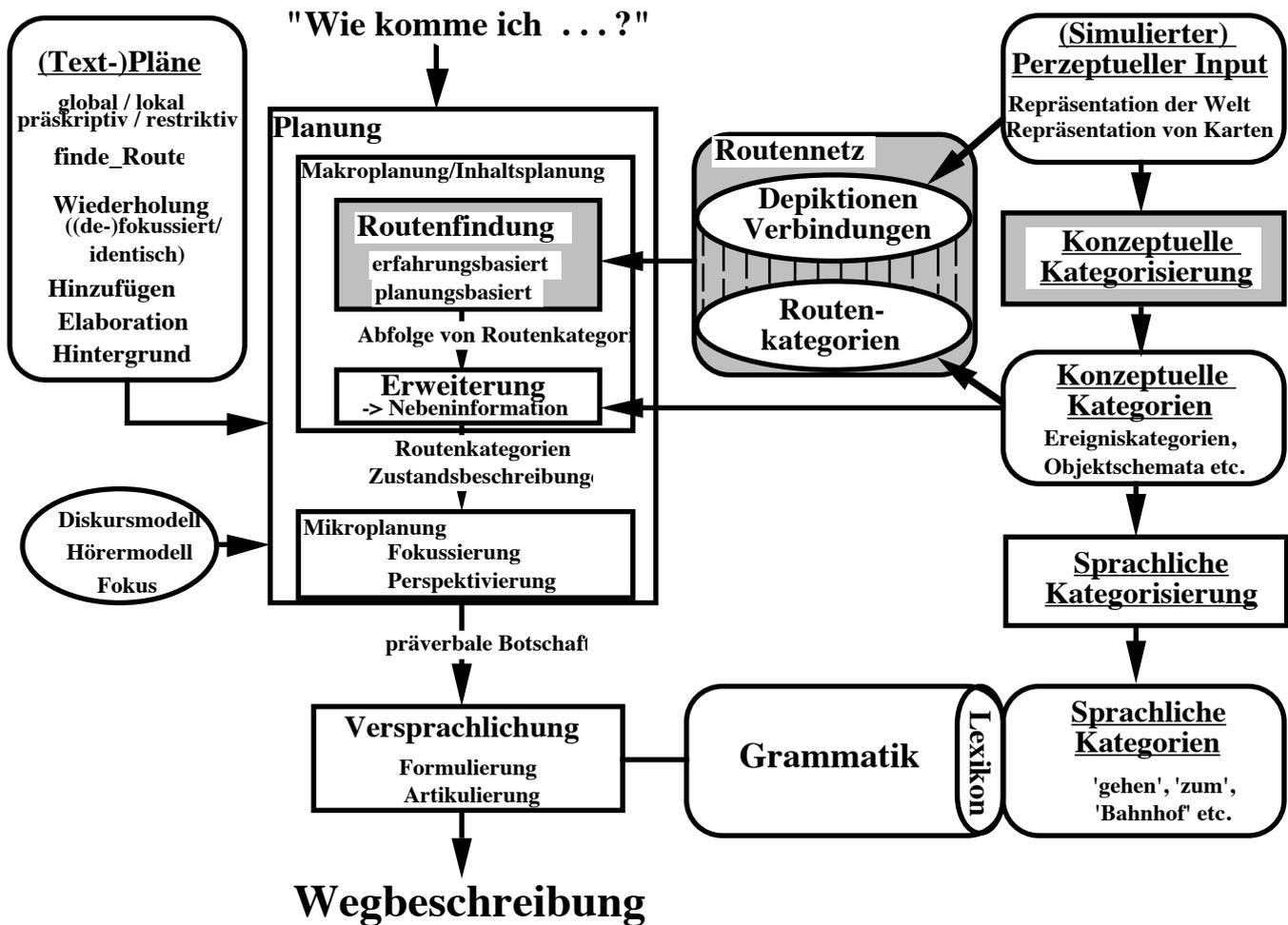


Abb. 15: Ein kognitives Modell der Generierung von Wegbeschreibungen

6. Routenfindung

Angesichts der Komplexität der Thematik 'Generierung von Wegbeschreibungen' erscheint es gerechtfertigt, sich in bezug auf die Realisierung des vorgestellten kognitiven Modells auf einen Teil eines entsprechenden Wegauskunftsystems zu beschränken. Hier bieten sich diejenigen Komponenten an, die als zentral für diese Thematik befunden worden sind. Im folgenden werden daher erfahrungsbasierte und planungsbasierte Wegfindung näher untersucht und ein entsprechender Realisierungsvorschlag vorgestellt.

6.1 Anforderungen an eine Routenfindungskomponente

Eine der grundlegenden Anforderungen, die an eine Routenfindungskomponente gestellt werden muß, betrifft die Modellierung des Unterschieds zwischen planungsbasierter und erfahrungsbasierter Wegsuche. Wie schon in Kap. 2.2.3 angesprochen, soll hier davon ausgegangen werden, daß die planungsbasierte Wegsuche über einem depiktionalen Medium⁸⁹ operiert, dessen inhärente *metrische* Eigenschaften ausgenutzt werden, indem sie z.B. in *Heuristiken* bei der (bewußten) *Bewertung* von Alternativen während der Suche Verwendung finden. Metrik und Bewertung führen danach zu den charakteristischen Performanzphänomenen wie primärer Zielorientiertheit, längeren Planungspausen und hohem Grad an Detailliertheit in der Beschreibung. Erfahrungsbasierte Wegsuche ist dadurch gekennzeichnet, daß die Verwendung metrischen Wissens und die Durchführung bewußter bewertender Planung nicht notwendig ist, da ausreichend Routenwissen über den entsprechenden räumlichen Bereich (*Erfahrung*) vorhanden ist, auf das ein Sprecher, ohne größeren Planungsaufwand betreiben zu müssen, zugreifen kann. Dies führt zu einer weitgehend *automatischen* und *unbewußten* Aktivierung einer Route und daher zu relativ spontanen, aber oft idiosynkratischen Beschreibungen.

⁸⁹ Dieser Begriff ist bewußt sehr unterbestimmt. Hierunter können mentale Repräsentationen realer Karten oder auch mentale Vorstellungen größerer Bereiche des Makrorums (wobei Übersichtswissen involviert ist) verstanden werden. Wie in Kap. 3.4 gezeigt, liegen allerdings noch keine gesicherten Erkenntnisse über die Eigenschaften von Übersichtswissen vor. Im folgenden wird planungsbasierte Wegsuche daher auf die Suche in visualisierten oder imaginierten Karten eingeschränkt.

Eine weitere Anforderung an eine Routenfindungskomponente besteht darin, daß das Ergebnis der Routenfindung eine Abfolge von Routenkategorien sein muß, wie sie in Kap. 5.4 beschrieben wurden. Hieraus ergibt sich, daß insbesondere die planungsbasierte Wegsuche mit einem entsprechenden Kategorisierungsprozeß interagieren muß. Dieser Prozeß bewirkt, daß die Routen, ohne daß eine "Überarbeitung" notwendig wird, *direkt* dem sprachlichen Zugriff verfügbar sind.

Weiterhin sind zwei Typen hierarchischer Strukturierung zu berücksichtigen: einerseits die hierarchische Struktur von Routennetzen (s. Chase, Pailhous, Leiser/Zilbershatz) und andererseits die interne hierarchische Struktur von Routenkategorien.

In der Literatur bzw. in vorhandenen Computersystemen sind diese Anforderungen, zumindest in ihrer Gesamtheit, bisher nicht erfüllt worden. Den meisten Wegbeschreibungssystemen (Carstensen 1988, 1990; Müller 1989; Rutz 1990; Pattabhiraman/Cercone 1990) liegt eine planungsbasiert ausgerichtete Architektur ähnlich der Wegenetz-Basisversion in Kap. 5.1 zugrunde. Ebenfalls planungsbasiert sind die Routenfindungsalgorithmen von Elliott/Lesk (1982). Praßler et al.(1988) berücksichtigen zwar hierarchische Aspekte räumlichen Wissens und verwenden außerdem einen "automatischen" Spreading-Activation Mechanismus, allerdings wird in ihrem Ansatz dem Unterschied zwischen planungs- und erfahrungsbasierter Wegsuche keine Beachtung geschenkt, da zum einen kein Routenwissen modelliert wird und sich zum anderen die Hierarchie-Aspekte nur auf depiktionales (Wegenetz-) Wissen beziehen. McCalla et al. (1982) hingegen entwerfen ein hierarchisches Routenplanungssystem, das offensichtlich erfahrungsbasierte Wegsuche simulieren soll. In diesem Ansatz werden Routen jedoch als *Pläne* angesehen und implementiert, eine Auffassung, die im Lichte der hier vorgeschlagenen Konzeption perzeptuell basierter und konzeptuell kategorisierter Routenkategorien nicht vertreten werden kann. Insgesamt tragen diese schwerpunktorientierten partiellen Ansätze nur wenig zu einem Gesamtverständnis des kognitiv-sprachlichen Phänomens der Generierung von Wegbeschreibungen im allgemeinen sowie den Aspekten der Routenfindung im speziellen bei.

6.2 Erfahrungsbasierte Routenfindung

Wie bereits erwähnt, kann die erfahrungsbasierte Routenfindung als eine Wegsuche in einem ausschließlich topologisch strukturierten Verbindungsnetz betrachtet werden. Im Hinblick auf eine nähere Beschreibung dieser Wegsuche lassen sich drei Fragen formulieren: Wie werden mögliche Verbindungen restringiert, so daß nicht beliebige Verbindungen zwischen zwei Orten, d.h. Knoten des Netzes⁹⁰, existieren (Speicherplatzkriterium, sprachlich-konzeptuelles Kriterium), wie ergibt sich die (unterstellte) hierarchische Struktur des Routennetzes (Strukturkriterium) und wie werden schnell adäquate Wege gefunden (Effizienzkriterium)? Es zeigt sich, daß zur Beantwortung dieser Fragen eine Synthese der Vorschläge von Leiser/Zilbershatz und den Aspekten der Routenkategorisierung notwendig ist.

In jeder Hinsicht zentral für die Routenfindung im Traveller-Modell von Leiser/Zilbershatz ist das Konzept der Centroiden. Diese tragen zur Beschränkung möglicher Verbindungen, der Konstituierung einer zweistufig hierarchischen Struktur sowie zur Effizienz der Wegsuche bei. Allerdings zeigt sich, daß einerseits keine sinnvollen, nicht-arbiträren Kriterien für die Wahl eines Centroiden angegeben werden können, während andererseits die Bestimmung sinnvoller Verbindungen durch den Prozeß der Routenkategorisierung als ein Nebenprodukt allgemeiner kognitiver Prinzipien angesehen werden kann. Beides spricht grundsätzlich gegen die Centroiden-Konzeption. Deren Aufgabe erfordert jedoch ebenfalls eine Redefinition der strukturellen und prozeduralen Aspekte des Travellers (Hierarchie des Routennetzes und Partitionierung der Wegsuche). Andere, für den Traveller charakteristische Aspekte wie die Integriertheit der Routen im Routennetz, die interne Darstellung der Verbindungen als assoziative Verknüpfungen sowie der nicht-bewertende Prozeß der Aktivationsausbreitung bieten sich zur Übernahme in ein Verfahren zur erfahrungsbasierten Wegsuche an.

Kuipers (1988:30) und Leiser/Zilbershatz (1989:460) erwähnen die mögliche Relevanz der *Häufigkeit* der Traversierung von Straßen bzw. von Knoten für die Routenfindung. Letztere sehen in der Häufigkeit durchlaufener Knoten eines Routennetzes ein mögliches Kriterium der Definition ihrer Centroiden, gehen dieser Vermutung aber nicht weiter nach. In Anbetracht der überwältigenden Evidenz für den Einfluß von 'Häufigkeit' auf kognitive,

⁹⁰ Vereinfachend werden Views im folgenden nicht modelliert. Knoten werden, entsprechend der Analyse Kuipers' (s. Kap. 3.5), als Abstraktionen von ortsgleichen Views aufgefaßt.

konzeptuelle und sprachliche Phänomene⁹¹ wurden diese Hinweise im Rahmen der vorliegenden Arbeit weiter verfolgt. Dabei stellte sich die Häufigkeit der Traversierung von Knoten als ein wesentlicher Bestandteil der Komponente für erfahrungsbasierte Wegsuche heraus.

Wie ergeben sich aus der Integration des Häufigkeitskonzeptes hierarchische Aspekte eines Routennetzes und eine Spezifikation eines Aktivationsmodells, bei dem im "worst case" eines Routenproblems *nicht* das gesamte Routennetz aktiviert wird? Eine Annahme, die hierfür entscheidend ist, ist die, daß Verbindungen zwischen zwei Knoten analog zu den Lokalisierungsrelationen zwischen Objekten aufgefaßt werden. Während die Relationen zwischen Objekten dem Referenzpunkteffekt nach zum salienteren Referenzobjekt hin gerichtet sind, wird entsprechend eine gerichtete Relation postuliert, allerdings jeweils zum Knoten mit dem höheren Grad an Häufigkeit. Diese Annahme hat weitreichende Konsequenzen.

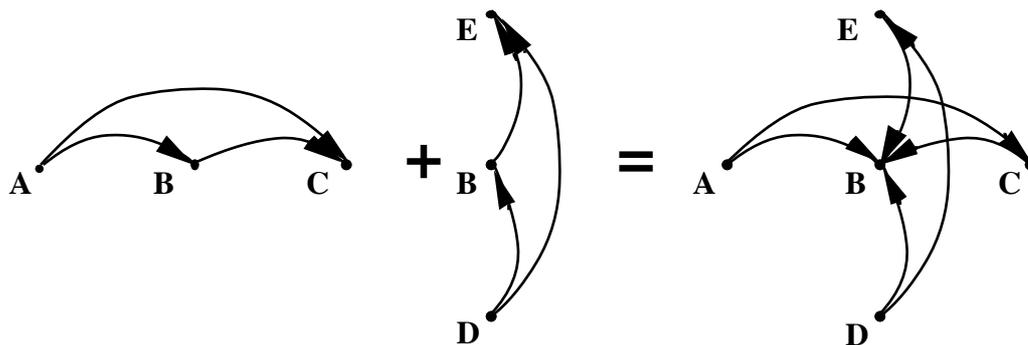


Abb. 16: Hierarchische Strukturierung eines Routennetzes

Zum einen ergibt sich automatisch eine hierarchische Strukturierung des Routennetzes, was in Abb. 16 an einem einfachen Beispiel der Integration zweier Routen in ein Routennetz veranschaulicht ist.⁹² Diese Strukturierung ist nicht diskret definiert (vgl. die Schwierigkeiten

⁹¹ Vgl. Allen et al. (1978) zum Einfluß der Häufigkeit perzeptueller Eindrücke bezüglich eines Ortes auf die Genauigkeit der Repräsentation dieses Ortes; vgl. McNamara/Miller (1989:367f) zur Rolle von 'Häufigkeit' bei der Bedeutungsakquisition; s. Levelt (1989:230) zum *Wort-Häufigkeits-Effekt*, dem Einfluß der Häufigkeit eines Wortes auf die Latenzzeit seiner Äußerung (z.B. bei Objektbenennungen).

⁹² Es ist anzumerken, daß diese Art der Routenintegration zwar äußerst effektiv, aber stark vereinfacht ist. Sicherlich müßten die Richtung der Route(ntraversierung) und die an der Häufigkeit der Knoten orientierte Richtung einer Verbindung differenziert werden. Dieser Unterschied wird hier in Ermangelung genauerer Untersuchungen nicht berücksichtigt. Stattdessen wird die globale Richtung einer Route als Default für deren

der Zuordnung eines Objekts zum Basisnetzwerk oder zum sekundären Netzwerk und die Probleme bei der Definition eines Centroiden), sondern erwächst in beliebiger Abstufung aus der Interaktion einer Person mit dem Makrorraum.

Zum anderen läßt sich ein relativ einfacher Algorithmus zur Wegsuche angeben:

- 1) (a) Führe jeweils von Start und Ziel eine Breitensuche durch;
- (b) aktiviere dabei nur Verbindungen, die zu häufiger traversierten Knoten führen.
- 2) (a) Terminiere die Suche, wenn ein gemeinsamer Knoten erreicht wurde;
- (b) liefere die entsprechenden traversierten Knoten und Verbindungen konkateniert als gefundenen Weg zurück.

Die in Bedingung 1)(a) enthaltene Bidirektionalität des Verfahrens ist zunächst eine konsequente Realisierung der "Aktivierung" von Start und Ziel im Routennetz. Bedingung 1)(b) entspricht der Beobachtung, daß einem Wegsuchenden bestimmte Aspekte seiner Umwelt nicht bewußt werden, d.h. bei der Wegsuche nicht berücksichtigt werden müssen (vgl. das "Allee-Phänomen"). Gleichzeitig entspricht dieses Verfahren dem "Drang" zur Traversierung von Objekten im Basisnetzwerk. Hierbei spielt möglicherweise auch die Salienz eines solchen Objektes (z.B. einer Straße) eine Rolle, sie wird hier jedoch nicht direkt modelliert. Eine indirekte Beziehung von Häufigkeit und Salienz wurde schon von Pailhous beobachtet (vgl. Leiser/Zilbershatz 1989:439): bestimmte Straßen sind Bestandteil des Basisnetzwerks (und somit für das Routennetz salient), weil sie zuerst gelernt und häufig befahren werden, und sie werden häufig befahren, weil sie weiter entfernte Bereiche miteinander verbinden, weshalb die entsprechenden Straßen in der Regel größer und somit salienter sind. Bedingung 1)(b) garantiert außerdem die Terminierung der Wegsuche: es existiert immer mindestens ein "Häufigkeitsmaximum", so daß keine weiteren Verbindungen aktiviert werden können; in dieser Situation schlägt der Algorithmus - wenn Bedingung 2)(a) nicht zutrifft - fehl. Letzteres ist entweder dann der Fall, wenn zwei Erfahrungsbereiche des Makrorraums *nicht* zusammenhängend sind oder nur so schwach, daß die Suche in zwei lokalen Maxima endet. Bedingung 1)(b) garantiert ebenso, daß der Speicherplatz- und Zeit-

einzelne Verbindungen angesehen; die Häufigkeitsverteilung der Knoten determiniert dann das "Umrichten" einzelner Verbindungen.

bedarf des Algorithmus nur subexponentiell ansteigt, so daß dessen Effizienz gewährleistet ist.

Ein weiteres Kennzeichen dieses Verfahrens besteht darin, daß bei der Routenfindung nicht explizit auf ein Regionenkonzept rekurriert wird ("Suche von der Region, in der sich START befindet, einen Weg zu der Region, in der sich ZIEL befindet" usw.), sondern daß bestimmte "Gegenden" implizit durch die Einzugsbereiche häufiger traversierter/ salienterer Objekte gebildet werden (vgl. auch die "draining-areas" bei Leiser/Zilbershatz (1989)). Hierdurch ist es nicht notwendig, jede Straße explizit dem Stadtteil zuzuordnen, in dem sie sich befindet.

Festzuhalten bleibt, daß die hier vorgestellte erfahrungsbasierte Wegsuche wesentlich von der Existenz des Routenkategorisierungsprozesses profitiert, der für die Bildung adäquater Verbindungen und der mit ihnen assoziierten konzeptuellen Kategorien sorgt. Diese Voraussetzung macht dann eine einheitliche Wegsuche in verschiedenen Verkehrsnetzen (Straßen-, Bus-, Bahnnetz usw.) möglich. Gleichzeitig wird gewährleistet, daß bei spezifischen Wegplanungen (z.B. Fahrten mit dem Auto) bestimmte Verbindungen von der Wegsuche ausgeschlossen werden können. Weiterhin ergibt sich aus dem genannten Algorithmus die (primäre) Wahl einer einfachen Route, die unter diesem Angemessenheitskriterium allerdings "von Weg und Zeit" (vgl. (14)) länger sein kann als andere.

6.3 Planungsbasierte Routenfindung

Während die erfahrungsbasierte Wegsuche über einem Netz von bereits vorhandenen Verbindungen operiert, ist die planungsbasierte Wegsuche als ein Verfahren zur Routenfindung in depiktional repräsentierten Netzen von Verkehrsverbindungen (vgl. Habel 1988 zu Elementen der Repräsentation des hierfür benötigten Wissens) aufzufassen. Bei diesem Verfahren ist es, wie erwähnt, möglich und sinnvoll, die metrischen Eigenschaften des Repräsentationsmediums auszunutzen und Distanzen, Richtungen oder Winkel als Bewertungskriterien bei der Suche zu verwenden. Planungsbasierte Wegsuche stellt sich so einerseits als eines der "üblichen Graphensuche-Verfahren" über Wegenetzen dar;

andererseits muß allerdings auch für große Netze die Effizienz des Verfahrens gewährleistet sein, außerdem ist die Routenkategorisierung zu integrieren.

Carstensen (1990) schlägt für die Wegsuche eines Basisversion-Wegbeschreibungssystems eine Variante des A*-Algorithmus vor. Der A*-Algorithmus zeichnet sich allgemein dadurch aus, daß von einem Startknoten aus ein Suchbaum aufgebaut wird, dessen Knoten anhand einer Kostenfunktion ($f(x)$) bewertet sind, wobei sich die Kosten eines Knotens aus den Kosten des bisherigen Teilwegs ($g(x)$) und einer heuristischen Unterschätzung der Kosten vom Knoten bis zum Ziel ($h(x)$)⁹³ zusammensetzen. Hierbei wird eine OPEN-Liste der zu expandierenden Knoten und eine CLOSED-Liste der bereits expandierten Knoten geführt. Carstensen (1990) zeigt, daß eine Modifikation des Algorithmus notwendig ist, um adäquate Wege zu finden: die Einbeziehung bestimmter Kosten, die das Finden gut beschreibbarer Wege bewirken, macht teilweise das Führen mehrerer Instanzen eines Knotens und somit die Verallgemeinerung des Suchbaums zu einem Suchgraphen erforderlich. Diese Lösung ist insgesamt jedoch einerseits zu wenig allgemein (keine explizite Modellierung der Routenkategorisierung), andererseits erweist sich dieses Verfahren als äußerst ineffizient. Der im folgenden dargelegte Vorschlag für eine Komponente planungsbasierter Wegsuche umfaßt zum einen die Integration des Routenkategorisierungsprozesses, zum anderen wird eine essentielle Eigenschaft des A*-Algorithmus, nämlich das Finden *optimaler* Wege, zugunsten des Findens nur *sehr guter* Wege aufgegeben.

Eine der Ursachen für die Ineffizienz von A* beruht auf der Schwierigkeit, mittels der heuristischen Funktion die Kosten so zu bestimmen, daß der Suchraum genügend beschränkt wird. Dies ist eng verbunden mit der Unidirektionalität der Suche. Somit bietet sich ein Verfahren an, das ähnlich wie bei der erfahrungsbasierten Wegsuche bidirektional vorgeht. Allerdings ist Bidirektionalität allein nur bei einfachen Suchverfahren (Breitensuche) vorteilhaft (vgl. Shapiro 1987:1000). Übernimmt man den Grundgedanken von A*, nämlich heuristische Suche, so muß der Suchraum auf andere Weise weiter beschränkt werden. Eine hierfür geeignete Methode ist das *d-node retargeting*, ein bidirektionales Verfahren, bei dem vereinfacht der jeweils beste Knoten einer Suchrichtung als Zielknoten der anderen Suchrichtung fungiert. Auf diese Weise läßt sich eine relativ schnelle Annäherung erreichen,

die allerdings gleichzeitig die Aufgabe der prinzipiellen Möglichkeit des Auffindens optimaler Wege bedeutet.

Routenkategorisierung, für die ein separates Modul anzusetzen ist, wird auf einfache Weise in den Routenfindungsalgorithmus integriert, indem nicht nur die Nachfolgebeziehung von Knoten, sondern auch die sukzessive gebildeten Routenkategorien verwaltet werden. Auf diese Weise sind mit einem Pfad durch den Suchgraphen die entsprechenden Routenkategorien assoziiert. Die Aufgabe des Routenkategorisierungsprozesses besteht darin zu entscheiden, ob eine gerade bearbeitete Kante des Suchgraphen als zur aktuellen Routenkategorie gehörig einzuordnen ist oder ob sie die Konstruktion einer neuen Routenkategorie erfordert. Als Kriterien hierfür können Informationen über das Beibehalten des Straßennamens, der Richtung, des Straßentyps oder der Konstanz der Landmarken/ des Landmarkentyps ("immer am Fluß entlang", "immer den Schildern nach") verwendet werden.

Während die bidirektionale Methode die Schnelligkeit der Wegsuche garantiert, wird der genaue Verlauf der Suche sowie die Angemessenheit der gefundenen Wege durch die von der Bewertungsfunktion erhobenen Kosten determiniert. Hier lassen sich zunächst Distanzkosten (zur Unterscheidung von verschiedenen langen Straßen-, Bus- und Bahnkanten), Zeitkosten (zur Unterscheidung der Traversierung einer Kante zu Fuß und mit dem Auto)⁹⁴ und sogenannte "Umsteigekosten"⁹⁵ nennen. Diese Kosten sind allein schon als Kriterien bei der Auswahl eines "besten Knotens" verwendbar. Allerdings reichen sie nicht aus, um das gewünschte Verhalten des Algorithmus (das Finden gut beschreibbarer Wege) zu erzielen. Entscheidend ist daher die Nutzung der in den Routenkategorien enthaltenen Information zu präferierender Wege. Dies geschieht durch Kosten für den Wechsel von Routenkategorien, die entsprechend in Situationen des "Abbiegens" oder "Umsteigens" erhoben werden.⁹⁶ Auf diese Weise werden bevorzugt Wege verfolgt, die wenig Änderungen aufweisen (gleiche

⁹³ Dies ist im wesentlichen der Wert der Distanz vom Knoten zum Ziel.

⁹⁴ Zeitkosten können als empirisch zu ermittelnde Funktionen der Distanz behandelt werden.

⁹⁵ An dieser Stelle muß auf eine wesentliche Einschränkung der hier vorgestellten Routenfindungskomponente hingewiesen werden: Der Suchalgorithmus operiert ausschließlich in *einer* Karte, da noch keine (De)Fokussierungsmechanismen integriert sind. Aus diesem Grund erscheinen bestimmte Orte (z.B. U-/S-Bahn-Stationen) als Punkte, obwohl sie eine interne Struktur besitzen. Umsteigekosten modellieren somit diejenigen Weg- und Zeitkosten, die in einer vollständigen Version direkt berechnet werden können.

⁹⁶ Als Werte dieser Kosten können dabei auf einfache Weise die Distanzen der jeweils abgeschlossenen Routenkategorien angesetzt werden.

Straßen/Verkehrslinien, gerade Straßenverläufe). Insgesamt ergibt sich so das Bild einer sinnvollen (d.h. weitgehend nicht-arbiträren) und flexiblen (d.h. modular handhabbaren) Kostenbehandlung. Zusätzlich ist die Berücksichtigung weiterer Kosten (zur Modellierung von Aspekten wie Interessantheit, Schönheit etc.) oder zeitliche Parametrisierung ("rush hour"- Phänomene, explizite Modellierung der Zeitkosten durch Fahrpläne in Verbindung mit einer "Realzeitverankerung" der Wegsuche) nicht ausgeschlossen.

Eine weitere, noch ungetestete Erweiterung dieses Algorithmus besteht darin, die Salienz der Straßen zu berücksichtigen und so ein ähnliches Verhalten wie bei der erfahrungsbasierten Wegsuche zu erhalten. Dies wird schon von Elliott/Lesk (1982) in ähnlicher Weise vorgeschlagen: "This is probably the right answer: first go to important streets, then travel on a backbone map of important streets until you get to the destination, and then stop" (Elliott/Lesk 1982:260). Dieses Verhalten ließe sich modellieren, indem entsprechende Kosten für die Verschlechterung bzgl. eines Straßentyps erhoben werden, so daß sich eine Tendenz zur Traversierung mindestens gleichwertig salienter Straßen ergibt. Mit diesem Verfahren wären auch in die planungsbasierte Wegsuche Hierarchie-Aspekte integriert.

6.4 Simulation von Routenlernen

Wie in Kap. 2 gezeigt, stellt die Analyse von Wegbeschreibungen ein "Guckloch" (peep hole) auf die Strukturen des Routenwissens einer Person dar.⁹⁷ Wegbeschreibungen können daher auch dazu benutzt werden, die Entwicklung von Routenwissen zu verfolgen. Diese Beobachtung ist umso interessanter, als sich erfahrungsbasierte und planungsbasierte Wegsuche im Rahmen einer Simulation des Lernens von Routen auf interessante Weise kombinieren lassen. Die Voraussetzung hierfür besteht darin, das für das depiktionale Medium der planungsbasierten Suche repräsentierte Wissen als Simulation der Welt aufzufassen, in der Fortbewegungen stattfinden können. Eine Abfolge von Netzknoten liefert so den "perzeptuellen Input" für die Routenkategorisierung, die die entsprechenden

⁹⁷ Diese Formulierung ist von Ewald Lang entlehnt, der sie so oder ähnlich in bezug auf das Verhältnis von Dimensionsadjektiven und Objektschemata, die ein Repräsentationsformat für räumliches Objektwissen dar-

Kategorien und Verbindungen bildet und die Häufigkeitszähler der traversierten Knoten hochsetzt. Anhand von Wegbeschreibungen läßt sich so der Aufbau individueller Routenerfahrung und/oder die Entwicklung eines "Experten"⁹⁸ für einen bestimmten räumlichen Bereich nachvollziehen. Auf der Grundlage dieser Simulation des Aufbaus von Routenerfahrungswissen kann - analog zu dem Vorgehen von Leiser/ Zilbershatz - außerdem auch das Verhalten der "normalen Population" bei der Routenplanung (s.o., Kap. 5.3) wie folgt simuliert werden:

- 1) Planungsbasierte Wegsuche von START zu einem Knoten C1 im vorhandenen Routennetz (START und C1 können identisch sein).
- 2) Planungsbasierte Wegsuche von ZIEL zu einem Knoten C2 im vorhandenen Routennetz (ZIEL und C2 können identisch sein).
- 3) Erfahrungsbasierte Wegsuche von C1 nach C2.
- 4) "Lernen", d.h. abspeichern, der in 1) und 2) gefundenen Teilwege, inkrementieren der Häufigkeitszähler aller traversierten Knoten und eventuell "Umrichten" der Verbindungen.
- 5) Bei Fehlschlagen von 3) planungsbasierte Wegsuche von START nach ZIEL

Die hier beschriebenen Verfahren zum simulierten Lernen von Routen und entsprechendem Aufbau von Routennetzen sind auf einem PS2-System in Quintus-Prolog implementiert.

stellen, verwendet hat. Zur Modellierung von Wissen über Positionseigenschaften räumlicher Objekte s. Lang/Carstensen (1989), Lang/Carstensen/Simmons (1991), Carstensen/Simmons (1991).

⁹⁸ Hier ist an die Beschränkung in bezug auf den verwendeten Expertenbegriff zu erinnern: metrische Aspekte (Übersichtswissen) sind von der Betrachtung ausgeschlossen.

Fazit

Anhand einer interdisziplinär angelegten und kognitionswissenschaftlich orientierten Untersuchung der Generierung von Wegbeschreibung wurde in der vorliegenden Arbeit versucht, die Beziehung von sprachlichem und makroräumlichem Wissen näher zu beleuchten. Es konnte gezeigt werden, daß die konzeptuelle Struktur eine entscheidende, vermittelnde Rolle in dieser Beziehung einnimmt, indem sie einerseits in der perceptiven und motorischen Ebene verwurzelt ist, andererseits aber die Bausteine zur Verfügung stellt, aus denen sich sprachliche Kategorien zusammensetzen. Dabei hat sich, zumindest zur Beschreibung der Funktionsbestimmtheit des lexikalischen Zugriffs auf konzeptuelle Kategorien (bzw. der sprachlichen Enkodierung konzeptueller Strukturen), die Annahme einer semantischen Ebene als sinnvoll erwiesen.

Eine Vielzahl von Arbeiten deutet darauf hin, daß unter dem Begriff 'Kognitive Karte' kein holistisches Konstrukt ähnlich einer realen Karte verstanden werden darf, die z.B. bei der Suche eines zu beschreibenden Wegs ganz oder in Teilen aktiviert wird, sondern daß er als eine Metapher für mehrere qualitativ unterschiedliche Mengen räumlicher Relationen (sensorische, topologische, metrische) und Objekte (Häuser, Straßen, Stadtteile) aufzufassen ist. Hierarchische Strukturierung scheint aus Gründen der kognitiven Ökonomie ein grundlegendes, möglicherweise ebenenübergreifendes Prinzip zu sein.

In bezug auf die Routenfindung als wesentlicher Komponente der Generierung von Wegbeschreibungen lassen sich erfahrungsbasierte und planungsbasierte Wegsuche unterscheiden. Beide Verfahren basieren auf einem Prozeß der Kategorisierung makroräumlicher Gegebenheiten, der als eine Instanz eines allgemeinen Ereigniskategorisierungsprozesses angesehen werden kann und der intern hierarchisch strukturierte Routenkategorien bildet. Während die erfahrungsbasierte Wegsuche direkt über dem Netz der Routenkategorien verläuft, operiert die planungsbasierte Wegsuche über einer Repräsentation mit bildhaften, metrischen Eigenschaften. Zusätzlich zu diesen beiden Verfahren ist ein dritter Routenfindungstyp anzunehmen, der eine Synthese von räumlicher Erfahrung und Planung darstellt. Dieser berücksichtigt zusätzlich zum Routenwissen metrisches (bildhaftes) Übersichtswissen, über dessen Genese, Struktur und Verarbeitung bisher allerdings nur wenig bekannt ist.

Sprachliches und nicht-sprachliches (makroräumliches) Wissen erweisen sich gemäß der hier vorgenommenen, empirisch fundierten Modellierung als weniger interdependent als von einigen Autoren bisher angenommen wurde. So scheint generell zu gelten, daß der Prozess der Wegsuche dem Prozess der Versprachlichung vorgeschaltet ist. Dies ist zunächst unter dem Aspekt der Modularität aus kognitionswissenschaftlicher Perspektive wünschenswert. Weiterhin bedeutet diese Beziehung der beteiligten Prozesse keinen Rückfall in die Anfänge der Generierungswissenschaft, sondern stellt eine sinnvolle, aufgabenspezifische Arbeitsteilung dar, die unter anderem für den Entwurf handhabbarer umfassender Planungssysteme relevant erscheint.

In jedem Fall lassen sich - neben den sprachlichen Kenntnissen und den interaktiven Fähigkeiten von Sprechern - die Unterschiede in der makroräumlichen Erfahrung, in der Wahl des Routenfindungsverfahrens und in der Detailebene der zu verbalisierenden Routenkategorien als grundlegende Faktoren für die Verschiedenheit von Wegbeschreibungen identifizieren.

Literaturverzeichnis

- Allen, G. L. (1981): "A developmental perspective on the effects of 'subdividing' macrospatial experience". *JEP: Human Learning and Memory* 7, 120-132.
- Allen, G. L. (1982): "Strengthening Weak Links in the Study of the Development of Macrospatial Cognition". In: R. Cohen (ed.): *The Development of Spatial Cognition*. Hillsdale, NJ: Earlbaum. 301-321.
- Allen, G. L./ Kirasic, K. C. (1985): "Effects of the Cognitive Organization of Route Knowledge on Judgments of Macrospatial Distance". *Memory and Cognition* 13 (3), 218-227.
- Allen, G. L./ Siegel, A. W./ Rosinski, R. R. (1978): "The Role of Perceptual Context in Structuring Spatial Knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 14, 617-630.
- Bierwisch, M. (1983): "Semantische und konzeptuelle Repräsentationen lexikalischer Einheiten". In: R. Ruzicka / W. Motsch (Hrsg.): *Untersuchungen zur Semantik*. Berlin: Akademie-Verlag (Studia Grammatica 22). 61-99.
- Bierwisch, M. (1988): "On the Grammar of Local Prepositions". In: M. Bierwisch, W. Motsch, I. Zimmermann (eds.): *Syntax, Semantik und Lexikon..* Berlin: Akademie-Verlag (Studia Grammatica 29). 1-65
- Bierwisch, M./ Lang, E. (eds.)(1987): "Etwas länger - viel tiefer - immer weiter: Epilog zum Dimensionsadjektiveprojekt". In: M. Bierwisch/ E. Lang (eds.): *Grammatische und konzeptuelle Aspekte von Dimensionsadjektiven*. Berlin: Akademie-Verlag. (Studia Grammatica 26/27). 649-699.
- Bierwisch, M./ Lang, E. (eds.)(1989): *Dimensional Adjectives: Grammatical Structure and Conceptual Interpretation*. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag 1989.

- Birnbaum, M. H. / Anderson, C. J. / Hynan, L. G. (1989): "Two Operations for 'Ratios' and 'Differences' of Distances on the Mental Map". *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 15 (4), 785-796.
- Briggs, R. (1973): "Urban Cognitive Distance". In: R. M. Downs & D. Stea (eds.): *Image and Environment*. Chicago: Aldine. 361-388.
- Byrne, R. W. (1979): "Memory for Urban Geography". *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 31, 147-154.
- Carstensen, K.-U. (1988): WebS - ein System zur Generierung von Wegbeschreibungen. LILOG-Memo 11.
- Carstensen, K.-U. (1990): "Wegbeschreibungen aus Wegenetzen: Dokumentation der Wegenetzkomponente der LEU/2". Manuskript.
- Carstensen, K.-U./ Simmons, G. (1991): "Why a hill can't be a valley: Representing Gestalt and Position Properties of Objects with Object Schemata". In: O. Herzog/ C.-R. Rollinger (eds.): *Text Understanding in LILOG. Integrating Computational Linguistics and Artificial Intelligence*. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 546, Springer-Verlag. 632-644.
- Chafe, W. L.(1979): "The Flow of thought and the Flow of Language". In: T. Givon(ed.): *Discourse and Syntax*. New York: Academic Press. S. 159-181.
- Chase, W.G. (1982): "Spatial Representations of Taxi Drivers". In: D. R. Rogers/ J. A. Sloboda (eds.): *Acquisition of Symbolic Skills*. New York: Plenum.
- Cohen, R. / Schuepfer, Th. (1980): "The Representation of Landmarks and Routes". *Child Development* 51, 1065-1071.
- Conklin, E. J./ McDonald, D. D.(1982): "Salience: The Key to the Selection Problem in Natural Language Generation". In: *Proceedings of the 20th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. S.129-135.

- Dahl, Ö. (1987): "Case Grammar and Prototypes". In: R. Dirven/ G. Radden (Hrsg.): *Concepts of Case*. Tübingen: Narr. 167- 161.
- Danks, H. J. (1977): "Producing Ideas and Sentences". In: R. O. Freedle (ed.): *Discourse Production and Comprehension*. Ablex, Norwood, New Jersey. 229-258.
- Downs, R./Stea, D.(1982): *Kognitive Karten: Die Welt in unseren Köpfen*. New York: Harper & Row, UTB.
- Ehrich, V.(1979): "Wohnraumbeschreibungen". In: *Zeitschrift für Literaturwissenschaft und Linguistik* 33. S. 58-83.
- Elliott, R. J./Lesk, M. E(1982): "Route Finding in Street Maps by Computers and People". In: *Proceedings of the American Association of Artificial Intelligence*. S.258-61.
- Evans, G. W./ Pezdek, K. (1980): "Cognitive Mapping: Knowledge of Real-World Distance and Location Information". *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, Vol. 6, No. 1, 13-24.
- Felix, S./ Kanngießer, S/ Rickheit, G. (1990): "Perspektiven der Kognitiven Linguistik".In: S. Felix/ S. Kanngießer/ G. Rickheit (Hrsg.): *Sprache und Wissen*. Opladen: Westdeutscher Verlag. 5-36.
- Fillmore, C. J. (1968): "The Case for Case". In: E. Bach / R. T. Harms (Hrsg.): *Universals of Linguistic Theory*. New York: Holt, Rinehart and Winston. 1-90.
- Fillmore, C. J. (1977): "The Case for Case reopened". In: P. Cole / J. M. Sadock (Hrsg.): *Syntax and Semantics: Vol. 8. Grammatical Relations*. New York: Academic Press. 59-82.
- Fodor, J. (1983): *The Modularity of Mind. An Essay on Faculty Psychology*. Cambridge/Mass.: The MIT Press.
- Freksa, C. (1991): "Wissensdarstellung und Kognitionsforschung". In: P. Struß (Hrsg.): *Wissensrepräsentation*. München: Oldenbourg Verlag. 61-68.

- Gärling, T./ Böök, A./ Lindberg, E. (1984): "Cognitive Mapping of Large-Scale Environments. The Interrelationship of Action Plans, Acquisition, and Orientation". *Environment and Behavior* 16 (1), 3-34.
- Good, D. A. / Butterworth, B. L. (1980): "Hesitancy as a conversational resource: some methodological implications". In: H. W. Dechert/ M. Raupach (Hrsg.): *Temporal variables in speech*. The Hague: Mouton.
- Golledge, R.G. (1986): "Environmental Cognition". in: D. Stokols/ F. Altman (eds.): *Handbook of Environmental Psychology*. Wiley. 131-174.
- Habel, C. (1986): *Prinzipien der Referentialität*. Untersuchungen zur propositionalen Repräsentation von Wissen. Informatik Fachberichte 122. Berlin: Springer.
- Habel, C. (1987): Prozedurale Aspekte der Wegplanung und Wegbeschreibung. in: H. Schnelle/G. Rickheit (Hrsg.): *Kognitive und neuronale Sprach-verarbeitung*. Westdeutscher Verlag: Wiesbaden. auch als: LILOG-Report 17.
- Habel, C. (1988): Cognitive Linguistics: The Processing of Spatial Concepts. LILOG - Report 45. Stuttgart: IBM Deutschland GmbH .
- Habel, C. (1988): Repräsentation räumlichen Wissens. in: G. Rahmstorf (Hrsg.): *Wissensrepräsentation in Expertensystemen*. Springer: Berlin. 98-131.auch als: Fachbereich Informatik, Univ. Hamburg. Mitteilung 153.
- Habel, C. (1989): zwischen-Bericht. In: C. Habel /M. Herweg / K. Rehkämper (Hrsg.): *Raumkonzepte in Verstehensprozessen. Interdisziplinäre Beiträge zu Sprache und Raum*.Tübingen: Niemeyer. 37-69.
- Habel, C./ Pribbenow, S. (1988): *Gebietskonstituierende Prozesse*. LILOG-Report 18. IBM Stuttgart.
- Hanley, G. L./ Levine, M. (1983): "Spatial problem solving: The integration of independently learned cognitive maps". *Memory and Cognition* 11 (4), 415-422.

- Harnad, S. (1987): "Category Induction and Representation". In: S. Harnad (Hrsg.): *Categorical Perception*. Cambridge: Cambridge University Press. 535-565.
- Hart, R. A./ Moore, G. T. (1973): "The Development of Spatial Cognition: A Review". In: R. M. Downs & D. Stea (eds.): *Image and Environment*. Chicago: Aldine. 246-288.
- Hartl, A. (1990): "Kognitive Karten und kognitives Kartieren". In: C. Freksa/ C. Habel (eds.): *Repräsentation räumlichen Wissens*. Berlin et al.: Springer. 34-46.
- Herrmann, T. (1982): *Sprechen und Situation*. Berlin: Springer.
- Herrmann, T./ Hoppe-Graf, S. (1988): "Textproduktion". In: H. Mandl/ H. Spada (Hrsg.): *Wissenspsychologie*. München-Weinheim: Psychologie Verlags Union. 283-298.
- Herweg, M. (1989): "Ansätze zu einer semantischen Beschreibung topologischer Präpositionen". In: C. Habel /M. Herweg / K. Rehkämper (Hrsg.): *Raumkonzepte in Verstehensprozessen. Interdisziplinäre Beiträge zu Sprache und Raum*. Tübingen: Niemeyer. 99-127.
- Herweg, M. (1990): *Zeitaspekte. Die Bedeutung von Tempus, Aspekt und temporalen Konjunktionen*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Hirtle, S. C./ Jonides, J. (1985): "Evidence of Hierarchies in Cognitive Maps". *Memory and Cognition* 13 (3), 208-217.
- Hoeppner, W./ Carstensen, M./ Rhein, U. (1990): "Wegauskünfte: Die Interdependenz von Such- und Beschreibungsprozessen". In: C. Freksa/ C. Habel (eds.): *Repräsentation räumlichen Wissens*. Berlin et al.: Springer. 221-234.
- Holyoak, K. J./ Mah, W. A. (1982): "Cognitive Reference Points in Judgments of Symbolic Magnitude". *Cognitive Psychology* 14, 328-352.
- Hovy, E. H. (1988a): "Planning Coherent Multisentential Text". PAMACL, 163-169.
- Hovy, E. H. (1988b): " Two Types of Planning in Language Generation". PAMACL, 179-186.

- Hovy, E. H. (1990a): "Unresolved Issues in Paragraph Planning". In: R. Dale / C. Mellish / M. Zock (eds.): *Current Research in Natural Language Generation*. 17-45.
- Hovy, E. H. (1990b): "Parsimonious and Profligate Approaches to the Question of Discourse Structure Relations". *Proceedings of the 9th National Conference on Artificial Intelligence and Proceedings of the 5th International Workshop on Language Generation*. AAAI. 128-136.
- Jackendoff, R.(1983): *Semantics and Cognition*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Jackendoff, R. (1987): "The Status of Thematic Relations in Linguistic Theory". *Linguistic Inquiry* 18 (3), 369-411.
- Jacobs, P. S. (1988): "Why Text Planning Isn't Planning". *Proceedings of the AAAI Workshop on Text Planning and Realization*. St.Paul, Minnesota. 39-44.
- Johnson-Laird, P. N. (1983): *Mental Models. Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*. Cambridge/Mass.: Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (1987): "The Mental Representation of the Meaning of Words". *Cognition* 25, 189-211.
- Klein, W.(1979): "Wegauskünfte". In: *Zeitschrift für Literatur-wissenschaft und Linguistik* 9. S. 9-57.
- Klein, W.(1982): "Local Deixis in Route Directions". In: R. J. Jarvella/ W. Klein(eds.): *Speech, Place, and Action*. Wiley & Sons. S. 161-82.
- Klein, W./ von Stutterheim, Christiane (1987): "Quaestio und referentielle Bewegung in Erzählungen". *Linguistische Berichte* 109. 163-183.
- Klein, W.(1990): "Raumausdrücke". *Linguistische Berichte* 132. 77-114.
- Klöß, E. (1988): "Utterance Generation without Choice". *GWAI88*. 140-151.

- Köbsell,D./ Kreyhs,J./ Maienborn,C./ Naerger,P./ Ruper,D./ Schumacher,S. (1985): "Wegauskünfte in der Trierer Innenstadt". Manuskript (Transkription der Tonbandaufzeichnungen),Univ. Trier.
- Kosslyn, S. M. (1980): *Image and mind*. Cambridge, Mass.: Harvard Univ. Press.
- Kosslyn, S. M. (1987): "Seeing and Imagining in the Cerebral Hemispheres: A Computational Approach". *Psychological Review* 94 (2), 148-175.
- Kosslyn, S./ Pick, H. L. Jr./ Fariello, G. R. (1974): "Cognitive Maps in Children and Men". *Child Development* 45, 707-716.
- Kreyß, J. (1991): "Über die W's der Textgenerierung Was, Wofür, Wo und Wie: Wissensbasierte Generierung von informierenden Texten in einem Auskunftssystem". IWBS-Report 148.
- Kuipers, B. J. (1978): "Modelling spatial knowledge". *Cognitive Science* 2, 129-153.
- Kuipers, B. J. (1982): "The 'Map in the Head' Metaphor". *Environment and Behaviour* 14 (2), 202-220.
- Kuipers, B. J. / Levitt, T. S. (1988): "Navigation and Mapping in Large-Scale Spaces". *AI Magazine* 25-43.
- Lakoff, G. (1987): *Women, Fire, and Dangerous Things. What Categories Reveal about the Mind*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lang, E. (1987a): "Semantik der Dimensionsauszeichnung räumlicher Objekte". In: M. Bierwisch, E. Lang (eds.)(1987). 287 - 458.
- Lang, E. (1987b): "Gestalt und Lage räumlicher Objekte: Semantische Struktur und kontextuelle Interpretation von Dimensionsadjektiven". In: J. Bayer (ed.): *Grammatik und Kognition*. Psycholinguistische Untersuchungen. Opladen: Westdeutscher Verlag. 163 - 191.
- Lang, E. (1989): "The Semantics of Dimensional Designation of Spatial Objects". In: M. Bierwisch/ E. Lang (eds.) (1989). 263-417.

- Lang, E. (1991): "Linguistische vs. konzeptuelle Aspekte der LILOG-Ontologie". In: G. Klose, E. Lang, Th. Pirlein (Hrsg.): *Die Ontologie und Axiomatik der Wissensbasis von LEU/2*. IWBS Report 171. IV.
- Lang, E./ Carstensen, K.-U. (1989): "OSKAR - ein PROLOG-Programm zur Repräsentation der Struktur und Verarbeitung räumlichen Wissens". In: D. Metzinger (ed.): *GWAI-89. 13th German Workshop on Artificial Intelligence*. Springer-Verlag. 234-243.
- Lang, E./ Carstensen, K.-U./ Simmons, G. (1991): *Modelling Spatial Knowledge on a Linguistic Basis: Theory - Prototype - Integration*. Lecture Notes in Artificial Intelligence. Vol. 481. Springer-Verlag.
- Lederman, S. J./ Klatzky, R. L./ Collins, A. & Wardell, J. (1987): "Exploring Environments by Hand or Foot: Time-Based Heuristics for Encoding Distance in Movement Space". *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, Vol. 13, No. 4, 606-614.
- Leiser, D. / Zilbershatz, A. (1989): "THE TRAVELLER: A Computational Model of Spatial Network Learning". *Environment and Behaviour* 21 (4), 435-463).
- Levelt, W. J. M. (1989): *Speaking: From Intention to Articulation*. Cambridge: MIT Press.
- Levine, M. L. / Jankovic, I. N. / Palij, M. (1982): "Principles of Spatial Problem Solving". *Journal of Experimental Psychology: General* 111 (2), 157-175.
- Linde, Ch./Labov, W. (1975): "Spatial Networks as a Site for the Study of Language and Thought". In: *Language* 51. S. 924-939. dt: "Die Erforschung von Sprache und Denken anhand von Raumkonfigurationen". In: H. Schweizer (ed.): *Sprache und Raum*. Stuttgart: Metzler 1985. 44-64.
- Lynch, K. (1965): *Das Bild der Stadt*. Berlin, Frankfurt/M, Wien: Ullstein.
- MacEachren, A. M. (1980): "Travel time as the basis of cognitive distance". *Professional Geographer* 32, 30-36.

- Maienborn, C. (1990): Position und Bewegung: Zur Semantik lokaler Verben. IWBS Report 138. Stuttgart: IBM Deutschland GmbH.
- Maki, R. H. (1981): "Categorization and Distance Effects with Spatial Linear Orders". *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 7, 15-32.
- Mann, W. C. / Matthiesen, M.I.M. / Thompson, S. A. (1989): "Rhetorical Structure Theory and Text Analysis". ISI Research Report ISI/RR-89-242.
- Marr, D. (1982): *Vision*. San Francisco, CA: Freeman.
- McCalla, G./ Reid, L./ Schneider, P. (1982): "Plan creation, plan execution and knowledge acquisition in a dynamic microworld". *International Journal of Man-Machine Studies* 16, 89-112.
- McKeown, K. R. (1985): *Text Generation: Using Discourse Strategies and Focus Constraints to Generate Natural Language Text*. Cambridge: Cambridge University Press.
- McNamara, T. P. & Hardy, J. K./ Hirtle, S. C. (1989): "Subjective Hierarchies in Spatial Memory". *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, Vol. 15, No. 2, 211-227.
- McNamara, T. P. (1986): "Mental Representations of Spatial Relations". *Cognitive Psychology* 18, 87-121.
- McNamara, T. P./ Ratcliff, R./ McKoon, G. (1984): "The Mental Representation of Knowledge acquired from Maps". *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 10 (4), 723-732.
- McNamara, Timothy P./ Miller, Diana L. (1989): "Attributes of Theories of Meaning". *Psychological Bulletin* 106 (3). 355-376.
- Meier, J./ Metzger, D./ Polzin, T./ Ruhrberg, P./ Rutz, H./ Vollmer, M. (1988): "Generierung von Wegbeschreibungen". KoLiBri Arbeitsbericht Nr. 9. DFG-Forschergruppe Kohärenz. Universität Bielefeld.

- Mellish, C. / Evans, R. (1989): "Natural Language Generation from Plans". *Computational Linguistics*. 15 (4), 233-249.
- Meteer, M. W. (1990): "Abstract Linguistic Resources for Text Planning". Proceedings of the 5th International Workshop on Natural Language Generation. 62-69.
- Miller, G. A./ Johnson-Laird, P.N. (1976) : *Language and Perception*. Cambridge/Mass.: Belknap Press.
- Moar, I./ Bower, G. H. (1983): "Inconsistency in Spatial Knowledge". *Memory and Cognition* 11, 107-113.
- Moar, I./ Carleton, L.R. (1982): "Memory for Routes". *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 34 A, 381-394.
- Moyer, R. S./ Bayer, R. H. (1976): "Mental comparison and the symbolic distance effect". *Cognitive Psychology* 8, 228-246.
- Müller, S. (1989): "CITYGUIDE - Wegauskünfte aus dem Computer". Sonderforschungsbereich 314 Künstliche Intelligenz-Wissensbasierte Systeme, Memo Nr. 37.
- Pattabhiraman, T./ Cercone, N. (1990): "Selection: Saliency, Relevance and the Coupling between Domain-Level Tasks and Text Planning". *Proceedings of the Fifth International Workshop on Natural Language Generation*. 79-86.
- Praßler, E./ Hartl, A./ Freksa, C. (1988): "Representing Spatial Knowledge and Modelling Route-Finding in an Urban Environment". Forschungsgruppe KI/Kognition. TU München. Ms.
- Presson, C. C./ Hazelrigg, M. D. (1984): "Building Spatial Representations Through Primary and Secondary Learning". *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, Vol. 10, Nr. 4, 716-722.
- Presson, C. C./ Hazelrigg, M. D. (1989): "Orientation Specificity in Spatial Memory: What makes a Path Different from a Map of the Path". *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, Vol. 15, No. 5, 887-897.

- Pribbenow, S. (1990): "Interaktion von bildhaften und propositionalen Repräsentationen". In: C. Freksa/ C. Habel (eds.): *Repräsentation räumlichen Wissens*. Berlin et al.: Springer. 156-174.
- Rosch, E. (1975): "Cognitive Reference Points". *Cognitive Psychology* 7, 532-547.
- Rosch, E. (1978): "Principles of Categorization". In: E. Rosch/ B. B. Lloyd (eds.): *Cognition and Categorization*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum. S. 27-48.
- Rutz, H. (1990): "Kohärenz konstituierende Prozesse in der Generierung von Wegbeschreibungen". In: W. Hoepfner (Hrsg.): *Workshop Räumliche Alltagsumgebungen des Menschen*. Fachberichte Informatik 9/90. Universität Koblenz. 133-146.
- Sadalla, E. K./ Magel, S. (1980): "The Perception of traversed Distance". *Environment and Behaviour* 12, 65-80.
- Sadalla, E. K./ Staplin, L. (1980): "The Perception of traversed Distance: Intersections". *Environment and Behaviour* 12, 167-182.
- Sadalla, E. K./ Montello, D. R. (1989): "Remembering Changes in Direction". *Environment and Behaviour*, Vol. 21, No. 3, 346-363.
- Sadalla, E. K./ Staplin, L. J./ Burroughs, W. J. (1979): "Retrieval Processes in Distance Cognition". *Memory and Cognition* 7, 291-296.
- Sadalla, E. K./ Burroughs, W. J./ Staplin, L. J. (1980): "Reference Points in Spatial Cognition". *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, Vol. 5, No. 5, 616-528.
- Schank, R./ Abelson, R. (1977): *Scripts, Plans, Goals, and Understanding*. Hillsdale, NJ: Earlbaum.
- Schopp, A. (1989): "Sprachliche und kognitive Konzepte für die Generierung von Wegbeschreibungen". Magisterarbeit. Universität Hamburg.
- Shapiro, S. C. (ed.)(1987): *Encyclopedia of Artificial Intelligence*. Vol I+II. New York et al.: John Wiley & Sons.

- Sherman, Richard C./ Croxton, Jack/ Giovanatto, Joseph (1979): "Investigating Cognitive Representations of Spatial Relationships". *Environment and Behaviour*, Vol. 11, No. 2, 209-226.
- Sholl, M. J. (1987): "Cognitive Maps as Orienting Schemata". *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, Vol. 13, No. 4, 615-628.
- Smith, E. E./Medin, D. L. (1981): *Categories and Concepts*. Cambridge/Mass.: Harvard University Press.
- Smith, T. R. / Pellegrino, J. W. / Golledge, R. G. (1982): "Computational Process Modeling of Spatial Cognition and Behavior". *Geographical Analysis* 14 (4), 305-325.
- Stern, E. / Leiser, D. (1988): "Levels of Spatial Knowledge and Urban Travel Modeling". *Geographical Analysis* 20 (2), 140-155.
- Stevens, A./ Coupe, P. (1978): "Distortions in Judged Spatial Relations". *Cognitive Psychology* 10, 422-437.
- Thorndyke, P. W. (1981): "Distance Estimation from Cognitive Maps". *Cognitive Psychology* 13, 526-550.
- Thorndyke, P. W. / Hayes-Roth, B. (1982): "Differences in Spatial Knowledge Acquired from Maps and Navigation". *Cognitive Psychology* 14, 560-582.
- Tolman, E. C. (1973): "Cognitive Maps in Rats and Man". In: R. M. Downs & D. Stea (eds.): *Image and Environment*. Chicago: Aldine. 27-50.
- Tversky, B. (1981): "Distortions in Memory for Maps". *Cognitive Psychology* 13, 407-433.
- Ullmer-Ehrich, V. (1979): "Wohnraumbeschreibungen". *Zeitschrift für Literaturwissenschaft un Linguistik* 33, 58-83.
- Weissenborn, J.(1985): "Ich weiß ja nicht von hier aus, wie weit es von dahinten aus ist. Makroräume in der kognitiven und sprachlichen Entwicklung des Kindes". In: H. Schweizer(ed.): *Sprache und Raum*. Stuttgart: Metzler. 209-44.

- Wilton, R. N. (1979): "Knowledge of Spatial Relations: The Specification of the Information used in making Inferences". *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 31, 133-146.
- Wunderlich, D. (1991): "How do prepositional phrases fit into compositional syntax and semantics?". *Linguistics* 29. 591-621.
- Wunderlich, D./Reinelt, R.(1982): "How to get there from here". In: R.J Jarvella ./W. Klein (eds.): *Speech, Place and Action* . Wiley & Sons. S.183-201.
- Wunderlich, D./ Herweg, M. (1990): "Lokale und Direktionale". In: A.v.Stechow/ D. Wunderlich (Hrsg.), *Handbuch der Semantik*.
- Wunderlich, D./ Kaufmann, I. (1990): "Lokale Verben und Präpositionen - semantische und konzeptuelle Aspekte". In: S. Felix/ S. Kanngießer/ G. Rickheit (Hrsg.), *Sprache und Wissen*. Opladen: Westdeutscher Verlag. 223-252.