



KoLiBri

Arbeitsbericht Nr. 36

**Informationsdynamik
bei der
grammatischen Verarbeitung**

Walther Kindt

**DFG-Forschergruppe Kohärenz
Fakultät für Linguistik und
Literaturwissenschaft der
Universität Bielefeld**

***mit dem kohärenzstiftenden r**

**Informationsdynamik
bei der grammatischen Verarbeitung**

Walther Kindt

1991

**KoLiBri-Arbeitsbericht Nr. 36
DFG-Forscherguppe "Kohärenz"
Fakultät für Linguistik und Literaturwissenschaft
Universität Bielefeld**

INHALT

- 1. Einleitung**
- 2. Eine Integrative Forschungskonzeption
und die Rolle von Emprle**
- 3. Informationsdynamische Phänomene**
- 4. Theorie- und Modelbildung:
Grammatik und dynamische Systeme**
- 5. Parserentwicklung**
- 6. Ausblick**

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit berichtet über generelle grammatiktheoretische Aspekte meiner Arbeit im Rahmen der DFG-Forscherguppe "Kohärenz" und soll nachvollziehbar machen, warum ich für die Entwicklung einer *neuen Grammatikkonzeption* plädiere. Grundsätzlich sind mit einer solchen Entwicklung zwei Ziele verbunden. Erstens werden in der Grammatikforschung aufgrund der nach wie vor vorherrschenden strukturalistischen Modellierungsperspektive dynamische Phänomene der Sprachverarbeitung vernachlässigt, und deshalb bedarf es einer ergänzenden Betrachtung der Verarbeitungsprozesse auf grammatischer Ebene. Die empirische Untersuchung solcher Prozesse führt zwangsläufig auch zu einem *Methodologiewechsel*, nämlich zur Wahl einer für *Dynamische Systeme* einschlägigen Methodologie mit einer systematischen Analyse grammatisch relevanter Dimensionen. Daraus resultiert zweitens - quasi als Nebeneffekt - eine Lösung von Problemen gegenwärtiger Grammatiktheorien, wie z. B. die Formulierung einer für die Strukturanalyse notwendigen einwandfreien empirischen Operationalisierung des Konstituentenbegriffs (vgl. Kindt 1991).

Somit geht es insgesamt um einen *Paradigmenwechsel* in der Grammatiktheorie sowohl unter strukturellem wie dynamischem Aspekt. Die vorliegende Darstellung wird sich allerdings auf eine Behandlung des letzteren Aspekts konzentrieren, der natürliche Sprachen übrigens auf allen linguistischen Ebenen vor gängigen formalen Sprachen auszeichnet und schon aus diesem Grunde eine besondere Beachtung verdient. Ein solcher Paradigmenwechsel bzw. eine explizite Untersuchung dynamischer Aspekte von Sprachverarbeitung ist auch dann erforderlich, wenn man die in der Forschergruppe fokussierten *Kohärenzphänomene* modellieren will. Im Sinne der systemtheoretischen Kohärenzdefinition der Forschergruppe (vgl. Schade et al. 1991) geht es bei Kohärenz nämlich um eine Überführung instabiler in stabile Zustände des Verarbeitungssystems. Diese Sichtweise führt zwangsläufig zu einer *prozeßbezogenen Analyse* der üblicherweise nur strukturell untersuchten klassischen Kohärenzphänomene, er öffnet dadurch aber auch neue Möglichkeiten der empirischen Prüfung von Grammatikmodellen. Eine entsprechende positive Auswirkung der prozeßanalytischen Vorgehensweise werde ich im folgenden Abschnitt am Beispiel des Ellipsenphänomens diskutieren.

2. Eine integrative Forschungskonzeption und die Rolle von Empirie

Wie eben dargestellt, verlangt die Modellierung von Kohärenzphänomenen eine explizite Bezugnahme auf die Prozesse im zugrundeliegenden Verarbeitungssystem und deren systematische Untersuchung. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, hat die Forschergruppe "Kohärenz" versucht, *empirische Forschung*, *Theoriebildung* und *Simulation* in geeigneter Weise miteinander zu verbinden. Diese Strategie wurde auch in den grammatiktheoretischen Untersuchungsteilen angewendet. Prinzipiell ist die wechselseitige Relevanz von Theoriebildung und Simulation einerseits und von Theoriebildung und

empirischer Forschung andererseits natürlich nichts Neues. Aufgrund der enormen Komplexität von Sprachverarbeitungsprozessen hat eine integrative Forschungskonzeption aber eine besondere Bedeutung. Beispielsweise erweist sich die Computersimulation durch die Möglichkeit von Konsistenz- und Adäquatheitsprüfungen als effektives Hilfsmittel bei der modularen Erstellung von komplexen Verarbeitungsmodellen. Vor oder parallel zur Modellerstellung sind gezielte empirische Untersuchungen notwendig, da wir introspektiv keinen ausreichenden Zugang zu unseren mentalen Verarbeitungsprozessen besitzen. In dem vorliegenden Bericht werde ich von der Empirieseite der Linguistik her nur die üblichen, im engeren Sinne nicht prozeßbezogenen Zugänge ansprechen. Deshalb möchte ich die Relevanz experimenteller prozeßanalytischer Begleituntersuchungen für die Grammatikforschung an einem Beispiel, nämlich dem Problem elliptischer *Koordinationskonstruktionen* konkretisieren.

Der fast ausschließliche Rekurs auf Grammatikalitätsurteile als empirische Basis führt bekanntlich schon für sich genommen häufig zu Problemen. Insbesondere reicht dieser Ansatz aber nicht mehr aus, wenn es um eine Überprüfung von Prozeßhypothesen der grammatischen Verarbeitung geht. Derartige Hypothesen spielen z. B. für die Erklärung des Ellipsenphänomens eine wichtige Rolle. Obschon in der einschlägigen Literatur die unterschiedlichsten Modellierungsvorschläge zu finden sind, war die sogenannte *Tilgungstheorie* der bislang dominierende Erklärungsansatz (vgl. etwa v. Oirsouw 1987). Zur Veranschaulichung dieses Ansatzes wollen wir einen Typ von Gapping-Konstruktionen betrachten, der in der Forschergruppe experimentell untersucht wurde (vgl. Günther et al. 1991).

- (1a) Wenn Ute in die Alpen fährt und Anne an die Ostsee wie im letzten Jahr, würde sich Dagmar eine Eisenbahnfahrkarte kaufen.
- (1b) Wenn Ute in die Alpen fährt und Anne an die Ostsee fährt wie im letzten Jahr, würde sich Dagmar eine Eisenbahnfahrkarte kaufen.

Die Tilgungstheorie erklärt die Produktion der Konstruktion (1a) als Resultat der Tilgung des finiten Verbs fährt im rechten Konstruktionsteil des Nebensatzes. Für die Verarbeitungsrichtung der Rezeption ist die Tilgungstheorie als *Kopiertheorie* umzuformulieren, und danach muß bei der Verarbeitung des Nebensatzes das finite Verb vom linken in den rechten Konstruktionsteil kopiert werden. Wenn diese Modellierung den realen Verarbeitungsgegebenheiten entsprechen würde¹, müßte an derjenigen Stelle des rechten Konstruktionsteils, bei der das Fehlen des Verbs bemerkt wird, im Vergleich zur nichtelliptischen Konstruktion (1b) eine verlängerte Verarbeitungszeit zu beobachten sein, weil die Suche und das Kopieren des Verbs einen zusätzlichen Verarbeitungsaufwand bedeutet. Kohärenztheoretisch formuliert wäre also an dieser Stelle mit einer *Instabilität* im Verarbeitungsprozeß zu rechnen, die aus der Nicht-

¹ Dieser Anspruch wird allerdings i. a. nicht erhoben.

erfüllung der Erwartung resultiert, daß im rechten Konstruktionsteil des Nebensatzes ein finites Verb vorkommt. Auf der Basis einer intensiven grammatischen Analyse elliptischer Konstruktionen habe ich in meiner Untersuchung (1985) eine Modellvorstellung entwickelt, die für solche Konstruktionen statt eines Kopiervorganges einen *integrierenden Verknüpfungsprozeß* vorsieht. Danach werden bei der Gapping-Konstruktion (1a), aber auch bei der nichtelliptischen Konstruktionsversion (1b) die parallelen Phrasen *Ute und Anne* bzw. *in die Alpen* und *an die Ostsee* miteinander verknüpft, und bei der Gapping-Version ergibt sich aufgrund einer Transitivitätseigenschaft indirekt auch eine Verknüpfung des rechten Konstruktionsteils *an die Ostsee* mit dem finiten Verb *fährt*. Auf die Details meines Modellierungsvorschlages will ich hier nicht eingehen; wichtig ist im Augenblick auch nur, daß die *Verknüpfungstheorie* im Gegensatz zur *Kopiertheorie* prognostiziert, daß an der Stelle der 'Verblücke' von (1a) keine Instabilität auftritt und deshalb auch kein erhöhter Verarbeitungsaufwand zum Erreichen eines stabilen Zustandes erforderlich wird. Um eine Entscheidung zwischen den beiden konkurrierenden Erklärungsansätzen bzw. den zugehörigen Prozeßhypothesen herbeizuführen, haben wir im Rahmen der Forschergruppe als Einstiegsuntersuchung zwei Experimente durchgeführt, deren Ergebnisse verschiedene Prognosen der *Kopiertheorie* widerlegen und umgekehrt die Voraussagen der *Verknüpfungstheorie* stützen (vgl. Günther et al. 1991). An diesem Resultat wird exemplarisch deutlich, daß der prozeßbezogenen empirischen Untersuchung grammatischer Phänomene im Rahmen einer integrativen Erforschung von Sprachverarbeitung eine wichtige Bedeutung zukommt.

3. Informationsdynamische Phänomene

Nach den generellen Vorüberlegungen der beiden vorausgehenden Abschnitte soll nun spezifischer darauf eingegangen werden, was es heißt, daß sich die grammatische Verarbeitung von natürlich-sprachlichen Äußerungen in einem Dynamischen System vollzieht. Der Einfachheit halber beschränke ich mich auf eine Diskussion der Verarbeitung von Sätzen bei der Rezeption. Dann sind drei Arten von Verarbeitungsaufgaben voneinander zu unterscheiden: die *Segmentierung* von Äußerung bzw. Äußerungsteilen, ihre *Kategorisierung* und ihre *Verknüpfung*. Im Vergleich zu klassischen grammatiktheoretischen Ansätzen kommt den Verknüpfungsprozessen in meiner Grammatikkonzeption eine weitergehende Rolle zu; dies wurde schon im vorigen Abschnitt bei der Diskussion über die Modellierung von Gapping-Konstruktionen deutlich. Informationsdynamische Phänomene sind für alle drei Aufgabenarten zu beobachten. Als Beleg betrachten wir zunächst einige typmäßig mehr oder weniger bekannte Beispiele.

(2a) Der Soldat holte die Wachstube.

(2b) Der Soldat betrat die Wachstube.

Hier ist die unterschiedliche Segmentierung des Wortes *Wachstube* semantisch gesteuert. Es gibt aber auch Fälle mit rein syntaktischer Auflösung von Segmentierungsambiguitäten.

- (3a) Karl zeigt ihr die Bastei.
- (3b) Karl zeigt ihr das Bastei.

Vor allem in der gesprochenen Sprache ist die *Segmentierungsdynamik* von großer Bedeutung. Ein Beispielpaar, das die *Kategorisierungsdynamik* demonstriert, liefert

- (4a) Anne fährt an die See.
- (4b) Anne fährt an den See.

Hier variiert die Genuskategorisierung für *See* in Abhängigkeit vom syntaktischen Kontext. Man darf aber nicht glauben, daß nur die Kontextinformationen aus der unmittelbaren Umgebung eines Äußerungsteils Einfluß auf seine Verarbeitung nehmen können.

- (5a) Ein Tor wird besonders gern beklatscht, wenn es in der letzten Minute fällt.
- (5b) Ein Tor wird besonders gern beklatscht, wenn er seine eigene Dummheit nicht bemerkt.

Die Äußerungen (5a) und (5b) sind zugleich ein Beleg dafür, daß eine Kategorisierungsentscheidung evtl. erst *retrospektiv* getroffen wird. Die valenzbezogene *Verknüpfungsdynamik* läßt sich an folgendem Beispielpaar demonstrieren:

- (6a) Ich stelle Karl die Schauspielerin vor.
- (6b) Ich stelle Karl der Schauspielerin vor.

Die Nominalphrase *Karl* wird in (6a) nicht in derselben Weise als Valenzpartner mit dem finiten Verb verknüpft wie in (6b). Einer der problematischen Punkte gängiger Grammatikmodelle ist das ungeklärte Verhältnis zwischen Valenz- und Konstituentenverknüpfung. Eine systematische Dimensionsanalyse zeigt allerdings, daß die beiden Verknüpfungsformen partiell voneinander unabhängig sind (vgl. Kindt 1991). Insofern sind auch Beispiele für die Kontextabhängigkeit der Konstituentenbildung von Interesse.

- (7a) Kommt ihr Frauen?
- (7b) Besucht ihr Frauen?

Im Gegensatz zu (7b) bildet die Sequenz *ihr Frauen* in (7a) offensichtlich eine Konstituente. Schließlich sind komplexe *Interaktionseffekte* zwischen Segmentierungs-, Kategorisierungs- und Verknüpfungs-

dynamik zu berücksichtigen, wie folgendes Beispielpaar zeigt:

(8a) Der Tanz der Frauen gefällt Gerd.

(8b) Der Tanz der Frauen gefällt endet.

Warum spreche ich bei den aufgezeigten Phänomenen von *Informationsdynamik*? Dahinter steht die zur Semantik parallele Modellvorstellung, daß Kommunikationsteilnehmer im Rahmen ihres Verarbeitungssystems über Mechanismen verfügen, mit deren Hilfe sie Informationen zur Segmentierung einer Äußerung sowie zur Kategorisierung und Verknüpfung ihrer Teile ableiten. Und ein Charakteristikum der Dynamik dieser Verarbeitung besteht darin, daß die für eine Äußerungseinheit gewonnenen Informationen je nach Verarbeitungsergebnissen für andere Äußerungseinheiten ganz unterschiedlich ausfallen können. Der zugehörige Informations- und Dynamikbegriff wird systemtheoretisch expliziert; darauf komme ich zurück.

Die in den Beispielsätzen veranschaulichten informationsdynamischen Phänomene muß jedes grammatische Verarbeitungsmodell bzw. jeder Parser erfassen. Tatsächlich läßt sich dies - bezogen auf die gewünschten Verarbeitungsergebnisse - etwa mit Hilfe des *Unifikationsverfahrens* im Prinzip auch für gängige Grammatiken erreichen (vgl. z. B. Shieber 1986). Allerdings ist die Informationsdynamik der grammatischen Verarbeitung noch erheblich komplexer, als aus den obigen Beispielen ersichtlich wird, und insbesondere zwei Aspekte sind zusätzlich zu berücksichtigen. Zum einen gibt es eine Reihe von *Nichtwohlgeformtheitsasymmetrien*, die im Rahmen bisheriger Grammatikmodelle nicht erklärt werden können, weil in ihnen nicht alle informationsdynamisch relevanten grammatischen Dimensionen behandelt werden. Zum anderen reicht es für den weitergehenden Anspruch einer Modellierung realer Sprachverarbeitung nicht aus, die Resultatsstrukturen von grammatischer Verarbeitung korrekt zu erfassen, sondern es ist auch eine angemessene *Prozeßmodellierung* notwendig. Beginnen wir mit einer Diskussion des letzteren Aspekts. Prozeßmodelle müssen die *Inkrementalität* von grammatischer Verarbeitung berücksichtigen. Sätze liegen in natürlichsprachlicher Kommunikation nicht immer schon vollständig vor, wenn die Verarbeitung beginnt, und sie werden jedenfalls Stück für Stück verarbeitet. Dieses Verfahren hat bestimmte Nachteile, nämlich insbesondere den der *Unvollständigkeit der Information*. Deshalb können bestimmte Verarbeitungsleistungen für einen Äußerungsteil evtl. erst nachträglich erbracht werden, und möglicherweise müssen sogar anfangs erreichte Verarbeitungsergebnisse später revidiert werden (*Nichtmonotonie-Phänomen*). Umgekehrt hat die Inkrementalität auch bestimmte Vorteile. Erstens kommt sie der begrenzten Kapazität des menschlichen Kurzzeitgedächtnisses entgegen, das für eine vollständige Aufnahme langer Sätze nicht ausreicht; dieser Umstand wird in der Psycholinguistik bekanntlich am Beispiel einbettender Sätze demonstriert (vgl. etwa Engelkamp 1974, S. 39). Zweitens kann durch einen unmittelbaren Beginn der Verarbeitung für die jeweils vorliegenden Äußerungsstücke eine höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit erreicht werden (vgl. hierzu auch

die *Unmittelbarkeitsannahme* von Just/Carpenter 1980); eine solche Strategie ist jedenfalls dann effizient, wenn auf diese Weise in nicht allzu vielen Fällen Verarbeitungsergebnisse erzielt werden, die später zu revidieren sind, und wenn fehlerhafte Resultate schnell korrigiert werden können.

Unabhängig von der hier nicht im Detail zu erörternden Ökonomiefrage muß man sich klarmachen, daß das menschliche Sprachverarbeitungssystem die inkrementelle Vorgehensweise in starkem Maße mit einer Anwendung *induktiver* Verfahren verbindet und daß wir insofern im Verarbeitungsprozeß ständig Entscheidungen treffen bzw. Informationen ableiten, die nur *lokal stabil* sind. Die Induktivität der Informationsableitung, der als Charakteristikum natürlicher Sprachen seit langem mein besonderes Interesse gilt (vgl. Kindt 1974, 1985a), wird uns häufig nur in extremen Fällen von Nichtmonotonie wie bei folgendem Beispiel bewußt.

- (9) Hans schrieb der Frau im Gefängnis einen Brief. Er berichtete, er werde von einem seiner Wärter ständig schikaniert. Daran sähe man, daß der Aufenthalt in einer Heilanstalt heutzutage unerträglicher sein könne als im Gefängnis.

Der in jüngster Zeit immer wieder als Paradebeispiel syntaktischer Mehrdeutigkeiten angeführte Fall der Verknüpfungambiguität einer Präpositionalphrase (PP-Attachment) wurde in Kindt (1974) ausgenutzt, um an einem Text wie (9) die Möglichkeit eines mehrfachen Interpretationswechsels zu demonstrieren: Bei Rezeption des ersten Satzes von (9) gibt es aufgrund der geringeren Distanz der Präpositionalphrase im Gefängnis zur Nominalphrase der Frau im Vergleich mit der Distanz zum finiten Verb eventuell eine Präferenz, Nominal- und Präpositionalphrase miteinander zu verknüpfen; die zugehörige bedeutungsmäßige Lokalisierung wird bei der Verarbeitung des zweiten Satzes möglicherweise revidiert und dem Referenten von Hans der Aufenthaltsort Gefängnis zugewiesen; diese Interpretation ist aufgrund der Lokalisierungen im dritten Satz wieder rückgängig zu machen.

Als Nichtmonotoniephänomen auf rein syntaktischer Ebene sind die sog. *Garden-Path-Sätze* bekannt. In dem klassischen Beispiel von Frazier/Rayner (1982, S. 184)

- (10) Since Jay always jogs a mile and a half seems like a very short distance to him.

wird wieder aus Gründen der geringeren Verknüpfungsdistanz zunächst die Strukturierung mit einer Phrasenkoordination von *a mile* und *a half* präferiert; die Entscheidung für diese Strukturierungsalternative läßt sich aber später nicht mehr aufrechterhalten, weil die Phrase *a half* als Subjekt für den zweiten Teilsatz des Beispiels benötigt wird.² Angesichts der Verhältnisse bei Garden-Path-Sätzen stellt

² Diese Reanalyse geht von der impliziten und selbst nur induktiv zu stützenden Annahme aus, daß ein grammatisch korrekter Satz vorliegt.

sich die Frage: Ist es nicht zumindest für maschinelle Parser günstiger, vom Prinzip der induktiven Informationsableitung bei der realen Sprachverarbeitung abzuweichen und wie in den gängigen Parsing-Systemen üblich entweder immer alle Analysealternativen zu verfolgen, bis zu einem späteren Zeitpunkt eindeutige Auswahlentscheidungen möglich sind, oder die Analyse an mehrdeutigen Stellen so lange zu unterbrechen, bis genügend Informationen für die Auswahl einer Alternative vorliegen? Beide Verfahrensmöglichkeiten sind aber als alleinige Verarbeitungsstrategien nicht ausreichend. Abgesehen davon, daß die Verarbeitung von jeweils allen Analysealternativen nach dem ersten Strategievorschlag manchmal sehr aufwendig werden kann, lassen beide Strategien unberücksichtigt, daß bei vielen potentiell mehrdeutig bleibenden Fällen aufgrund entsprechender induktiver Prinzipien in der realen Sprachverarbeitung *Präferenzentscheidungen* getroffen werden, die ohnehin mit einem geeigneten Parsingmechanismus zu simulieren sind und spätestens zum Abschluß der Satzverarbeitung hinzukommen müssen. Dies kann man an Beispielen wie den folgenden verdeutlichen.

- (11a) Die Frau hat das Mädchen begrüßt.
 (11b) Wen hat das Mädchen begrüßt? Die Frau hat das Mädchen begrüßt.

Für (11a) ist im Rahmen einer rein monotonen Informationsableitung nicht entscheidbar, welche Nominalphrase das Subjekt bildet; (11b) zeigt, daß auch das Mädchen Subjekt sein kann. Trotzdem interpretieren wir bei isolierter Rezeption von (11a) mit hoher Präferenz die Frau als Subjekt.

Wenn nach den eben angestellten Überlegungen auf die Einführung von Präferenzregeln bei der Modellierung von grammatischer Verarbeitung nicht verzichtet werden kann, dann bleibt noch zu klären, ob das Nichtmonotonie-Phänomen und die Notwendigkeit von grammatischen Reanalysen dadurch zu umgehen sind, daß man - wie oben angedeutet - solche Regeln immer erst zum Abschluß der Satzverarbeitung anwendet und damit nicht in die Situation kommt, Präferenzentscheidungen aufgrund neuer Informationen revidieren zu müssen. Die Unterstellung dieses Verfahrensvorschlages, daß ein Nachfolgesatz keinen Einfluß mehr auf die grammatische Analyse eines Vorgängersatzes nehmen kann, soll hier nicht problematisiert werden. Den prinzipiellen Möglichkeiten realer Sprachverarbeitung wird dieser Vorschlag aber ohnehin nicht gerecht. Grund hierfür ist die Eigenschaft der *Robustheit* des realen Sprachverarbeitungssystems, die sich auch auf grammatischer Ebene in der Fähigkeit manifestiert, nicht erwartungsgemäß ausfallende Verarbeitungsergebnisse zu *reparieren*. Durch Reparaturen kann im Prinzip jedes, durch Anwendung stabiler Regeln zustandegekommene Verarbeitungsergebnis bei Bedarf modifiziert werden; zugleich ist die Durchführung von Reparaturen aber selber ein regelgeleitetes Phänomen. Letztere Einsicht verdanken wir für grammatikalisierte Formen der Reparatur insbesondere Schegloff 1979 und Levelt (1983). Auch unsere Fähigkeit, Druck- und Aussprachefehler zu überlesen bzw. zu überhören oder stillschweigend zu korrigieren, gehört in den Phänomenbereich "Reparatur" und bedeutet eine Nichtmonotonie der Informationsableitung.

- (12a) Max schickt dem Kollegen zum Personalrat.
 (12b) Max schickt dem Kollegen einen Aufsatz.

Ein Vergleich der Sätze (12a) und (12b) zeigt, daß die Notwendigkeit einer Reparatur, also z. B. die Korrektur der Kasus kategorisierung des bestimmten Artikels *dem* von Dativ zu Akkusativ bei Beginn seiner Verarbeitung nicht antizipierbar ist; folglich läßt sich auch nicht vorhersehen, daß für eine erfolgreiche Verarbeitung einer nicht ganz korrekten Äußerung wie (12a) neben den 'normalen' Analysemöglichkeiten weitere Nichtstandardalternativen in Betracht zu ziehen sind, und insofern kann mit einer Entscheidung über alle potentiell realisierbaren Alternativen nicht bis zum Schluß der Äußerungsverarbeitung gewartet werden. Generell können auch Reparaturen, die lokal inkorrekte Stellen einer Äußerung auf grammatisch korrekte Weise 'regulieren', nur prozessual und über Reanalysemechanismen angemessen modelliert werden (vgl. Kindt/Laubenstein 1990).

Selbst wenn man nicht die Absicht hat, die prozessualen Gegebenheiten des natürlichsprachlichen Verarbeitungssystems und seine Robustheit im Detail nachzubilden, ist man mit bestimmten Nichtwohlgeformtheitsasymmetrien, d. h. Asymmetrien bezüglich grammatischer Inkorrektheit, konfrontiert, die offensichtlich auf der inkrementellen Verarbeitung von Sätzen basieren und die zeigen, daß eine erfolgreiche Durchführung von Verknüpfungen in spezifischer Weise von den durch frühere Verarbeitungsschritte erreichten Resultaten bzw. Systemzuständen abhängen kann. Wir wollen drei Beispiele solcher Asymmetrien betrachten.

- (13a) Gib dem Mann die neue Grammatik.
 (13b) *Gib dem Mann sie.
 (13c) Gib die neue Grammatik dem Mann.
 (13d) Gib sie dem Mann.

Warum kann man die Nominalphrase *sie* in (13b) nicht mehr problemlos mit dem finiten Verb *gib* verknüpfen, obwohl dies gemäß üblicher Satzgliedstellung "indirektes Objekt vor direktem Objekt" für die Phrase *die neue Grammatik* möglich ist und obwohl sich für beide Nominalphrasen die weniger übliche Voranstellung des direkten Objekts in (13c) und (13d) als korrekt erweist? Diese in der Grammatiktheorie bisher nicht befriedigend erklärte *Pronomen-Asymmetrie* muß in irgendeiner Weise damit zusammenhängen, daß das für finites Verb und Dativobjekt erzielte Verarbeitungsergebnis die anschließende Verarbeitung eines Pronomens mit der Funktion des direkten Objekts behindert. Über die genaue Ursache dieses Phänomens soll jetzt nicht spekuliert werden; sie wird aber nur durch explizite Übernahme einer informationsdynamischen Modellierungsperspektive aufzuklären sein.

Die Suche nach Nichtwohlgeformtheitsasymmetrien ist generell für die Bestimmung relevanter Di-

mensionen des Grammatiksystems wichtig. Als besonders ergiebig erweist sich diesbezüglich die Untersuchung elliptischer Koordinationskonstruktionen. Ich will zwei für diese Konstruktionen charakteristische Asymmetrien anführen: die *Ausklammerungs-* und die *Subjektasymmetrie*.

- (14a) Der Maurer stöhnt der Hitze und der Gärtner schimpft der Trockenheit wegen.
 (14b) *Wegen der Hitze stöhnt der Maurer und der Trockenheit schimpft der Gärtner.
 (14c) Der Maurer stöhnt und der Gärtner schimpft der Hitze wegen.
 (14d) Wegen der Hitze stöhnt der Maurer und schimpft der Gärtner.

Diese für *Ausklammerungsellipsen* (vgl. Günther et al. 1991) auffällige Asymmetrie hat schon Klein (1981) beobachtet, aber nicht grammatiktheoretisch ausgewertet. Warum steht die Präposition *wegen* in (14b) im Gegensatz zur Verwendung als Postposition in (14a) nicht mehr für eine Konstituentenbildung mit der Phrase *der Trockenheit* zur Verfügung? Die inkrementell bedingte Ursache dieses Effekts kann man zumindest ahnen. In (14b) ist die Bildung der Konstituente *wegen der Hitze* bereits abgeschlossen und ihre Bestandteile werden nach Äußerungsfortsetzung durch das finite Verb im linken Teil der Koordinationskonstruktion nicht mehr zur Verknüpfung benötigt, stehen also vermutlich für eine Verarbeitung im rechten Konstruktionsteil einzeln nicht zur Verfügung. Demgegenüber kann *wegen* in (14a) während der Bildung der Konstituente *der Trockenheit* *wegen* gleichzeitig noch für eine Verknüpfung mit der *Hitze* verwendet werden. Es bleibt allerdings die Frage: Wie manifestiert sich der Unterschied zwischen Abgeschlossenheit und Unabgeschlossenheit einer Konstituente strukturell? Und warum liegt bei (14d) keine zu (14b) analoge Nichtwohlgeformtheit vor, wenn doch nach gängiger Auffassung die Verbalphrase *wegen der Hitze stöhnt* auch eine abgeschlossene Konstituente bilden sollte? Tatsächlich liefert die Nichtanalogie zwischen (14b) und (14d) ein Indiz dafür, daß Verbalphrasen im Deutschen nicht zwangsläufig den Status von Konstituenten (in einem zu präzisierenden Sinne) haben (vgl. Kindt 1991).

Die Subjektasymmetrie zeigt sich an einem Ellipsentyp, den ich Subjektbinnenellipse nenne (vgl. Günther et al. 1991) und den Höhle (1983) und ich (1985) unabhängig voneinander 'wiederentdeckt' haben.

- (15a) In Bielefeld arbeitet Hans und wohnt in Hannover.
 (15b) *Hans arbeitet in Bielefeld und wohnt Michael.
 (15c) Hans arbeitet in Bielefeld und wohnt in Hannover.
 (15d) In Bielefeld arbeitet Hans und wohnt Michael.

Angesichts dieser Asymmetrie ist zu fragen: Welcher prinzipielle, von Phrasenstrukturen unabhängige Statusunterschied besteht zwischen Subjekt und anderen Satzgliedern, der die Bildung einer Binnenellipse für das Subjekt, nicht aber für eine Lokalangabe erlaubt? Auch die Antwort auf diese Frage

erfordert eine systematische systemtheoretische Analyse, die einerseits den informationsdynamischen Status von Satzgliedpositionen genauer charakterisiert und andererseits die zum Subjekt-konzept gehörigen Faktoren erfaßt. Somit dürfte an den drei diskutierten Asymmetrien insgesamt deutlich geworden sein, daß die Entwicklung eines theoretisch weiter ausgreifenden prozessualen Grammatikmodells wünschenswert bzw. notwendig ist.

4. Theorie- und Modellbildung:

Grammatik und dynamische Systeme

Anhand der im vorigen Abschnitt diskutierten Beispiele sollte verdeutlicht werden, daß sich natürliche Sprachen auch auf grammatischer Ebene durch bestimmte dynamische Eigenschaften von den üblicherweise betrachteten formalen Sprachen/Logiksprachen unterscheiden. Hieraus ergibt sich zweitens die Konsequenz, daß solche Eigenschaften im Rahmen der Theorie Dynamischer Systeme modelliert werden müssen. Die Entwicklung und Anwendung dieser mathematischen Theorie, die ursprünglich aus der Physik stammt, erfährt heute in vielen Wissenschaftsbereichen eine enorme Expansion und kann hier nicht in ihren unterschiedlichen Facetten nachgezeichnet werden. Für unsere Diskussion ist auch nur wichtig, eine Systemdefinition zu formulieren und bestimmte methodologische Konsequenzen zu skizzieren. Da hier nur die Verarbeitungsrichtung der Rezeption thematisiert wird, brauchen wir außerdem nur sogenannte *Input-Systeme* zu behandeln, bei denen der Einfluß externer Faktoren (Input) auf die internen Zustände eines Systems betrachtet werden. Zugleich können wir die Eigenschaft der *Zeitinvarianz* unterstellen, d.h. daß sich das Systemverhalten bei gleichen externen und internen Bedingungen zu verschiedenen Zeitpunkten nicht voneinander unterscheidet. Der Einfachheit halber wollen wir den so spezifizierten Systemtyp aber wieder Dynamisches System nennen.

Ein *Dynamisches System* ist gegeben durch einen *Zustandsraum* Z , eine *Übergangsfunktion* f , einen *Zeitbereich* T und einen *Inputbereich* X . Die Übergangsfunktion f legt fest, daß aus einem (inneren) Zustand z des Systems unter Einfluß eines Inputs x nach einer Zeit t der neue Zustand $z' = f(z, x, t)$ entsteht. Dabei gelten drei Axiome.

Wirksamkeitsaxiom: $f(z, x, 0) = z$; d. h. der mögliche Einfluß des Inputs x macht sich nicht sofort bemerkbar, sondern wird erst nach einer gewissen Zeit wirksam.

Zerlegungsaxiom: $f(z, x, t_1 + t_2) = f(f(z, x, t_1), x, t_2)$; d.h. der Einfluß des Inputs x nach der Zeit $t_1 + t_2$ läßt sich auch dadurch ermitteln, daß man zunächst den Zustand des Systems nach der Zeit t_1 , des Einwirkens von x betrachtet und dann die Veränderung dieses Zustands nach der Zeit t_2 bestimmt.

Kausalitätsaxiom: $f(z, x_1, t) = f(z, x_2, t)$, falls sich x_1 und x_2 während der Zeit t nicht voneinander unterscheiden; m.a.W. Unterschiede zweier Inputs, die sich nur außerhalb des betrachteten Zeitraums der Systembeobachtung manifestieren, können in diesem Zeitraum keinen unterschiedlichen Einfluß auf das System ausüben (gleiche Ursachen haben dieselbe Wirkung).

Daß die drei Axiome für die rezeptive Sprachverarbeitung gelten, ist unmittelbar plausibel: Rezeption braucht Zeit, sie ist in Stadien zerlegbar und das Analyse-/Verstehensresultat kann nur von dem Teil der zu verarbeitenden Äußerung abhängen, der im betrachteten Zeitraum für die Rezeption schon zur Verfügung steht. Umgekehrt ist die angegebene Systemdefinition, die im übrigen eine Verallgemeinerung der Definition des *finiten Automaten* darstellt, generell genug, um alle relevanten Rahmenbedingungen von Rezeption zu erfassen. Beispielsweise läßt sich der Umstand, daß ein Äußerungsinput x im Zeitraum t inkrementell verarbeitet wird, folgendermaßen explizieren: Es gibt einen nichtleeren Äußerungsteil x_1 von x und ein Anfangsstadium t_1 von t der Art, daß für den zugrundeliegenden Ausgangszustand z_0 des Rezeptionssystems und die Nachfolgezustände $z_1 = f(z_0, x_1, t_1)$ und $z_2 = f(z_1, x, t - t_1)$ die Bedingungen $z_0 \neq z_1, z_1 \neq z_2, z_2 \neq f(z_1, x_1, t - t_1)$ und $f(z_0, x, t) = z_2$. Diese vier Bedingungen besagen in Worten: die Verarbeitung des Äußerungsteils x_1 im Anfangsstadium t_1 bewirkt eine echte Zustandsveränderung von z_0 zu z_1 ; wenn ausgehend von z_1 die gesamte Äußerung x in der Restzeit $t - t_1$ weiter verarbeitet wird, gelangt das System in einen Zustand z_2 , der sowohl von z_1 verschieden ist als auch nicht ausschließlich auf einer Weiterverarbeitung der Teiläußerung x_1 beruht; schließlich ergibt sich das Endresultat der Verarbeitung von x gerade dadurch, daß man die Verarbeitung in die beiden genannten Teilschritte zerlegt. Genau genommen muß man zusätzlich fordern, daß die Verarbeitung von x_1 im ersten und die Verarbeitung von x im zweiten Teilschritt einen über die systeminternen Abhängigkeiten hinausgehenden Einfluß auf die Zustandsänderung besitzen; diesen Aspekt will ich aber nicht mehr formal repräsentieren.

Wenn es um eine konkrete empirische Modellierung von Rezeption geht, wird die Methodologiefrage wichtig. Welche Vorgehensweisen sind zweckmäßig, um Informationen über die Komponenten eines Dynamischen Systems zu erhalten? Auf zwei Vorgehensweisen möchte ich hier kurz eingehen. Erstens kann man oft aufgrund der Beobachtung qualitativer Verhaltenseigenschaften des Systems auf seinen generellen Typ rückschließen. Beispielsweise zeigt das Vorliegen der sog. *Hysteresis-Eigenschaft*, die man aus der Physik für Dehnung (außerhalb des Gültigkeitsbereichs des Hookeschen Gesetzes) und Magnetisierung kennt, daß es sich um ein *nichtlineares* System (bzw. um eine nichtlineare Übergangsfunktion) handelt. Die Hysteresis-Eigenschaft ist auch für *Gestalt-Switch-Phänomene* bei mehrdeutigen Figuren nachgewiesen und läßt sich analog für die Bedeutungsdynamik vager Ausdrücke ansetzen (vgl. die Auflösung des Sandhaufen-Paradoxes in Kindt 1985a). Da nichtlineare Systeme theoretisch sehr komplex sind, versucht man, ihr Verhalten soweit wie möglich mit Hilfe einfacherer *linearer* Systeme zu modellieren; empirisches Originalsystem und zur Modellierung benutztes System müssen also nicht zwangsläufig denselben Typ haben.

Zweitens: Wenn man das Verhalten eines Systems modellieren will, braucht man zunächst Informationen über seinen Zustandsraum. Bei Sprachverarbeitung und Rezeption umfaßt dieser Raum mentale Gegebenheiten, die einer direkten Beobachtung nicht zugänglich sind. Man muß sich deshalb auf indirekte Weise Informationen über relevante Zustandsdimensionen verschaffen. Dies ist durch eine systematische Untersuchung der Systemdynamik nach dem Prinzip der Beispieldiskussion von Abschnitt 3 möglich. Wenn nämlich nach Verarbeitung eines ersten, variierenden Inputs die Verarbeitung eines zweiten Inputs unterschiedlich ausfällt, also zu verschiedenen Systemzuständen führt, dann muß die Variation des ersten Inputs irgendwelche für das System relevante Zustandsdimensionen angesprochen haben. In Erweiterung der Daten des Beispielpaars (3) von Abschnitt 3 wird man also etwa aufgrund der Datenreihe eine Bastei/die Bastei/diese Bastei/jene Bastei... versus ein Bastei/ das Bastei/dieses Bastei/-jenes Bastei... das grammatische Genus zunächst als relevante *Inputdimension identifizieren* und außerdem im Sinne der Annahme mentaler Repräsentationen eventuell die Existenz einer *korrespondierenden Zustandsdimension* postulieren. Die auf diese Weise erreichte 'Entdeckung' der Genusdimension ist nicht überraschend, wohl aber der Sachverhalt, daß in der bisherigen Grammatikforschung keine systematische Dimensionsanalyse durchgeführt wurde und somit auch bestimmte Dimensionen sowie wichtige Beziehungen zwischen Dimensionen unentdeckt blieben. Dabei müßte es eigentlich unmittelbar einleuchtend sein, daß es für die Erklärung eines interessierenden Phänomens forschungsstrategisch notwendig ist, die zugehörigen relevanten Dimensionen möglichst vollständig zu erfassen, um eine Nichtberücksichtigung wichtiger Einflußfaktoren zu vermeiden. Ein besonders schönes Beispiel für die Anwendung einer Dimensionssuchstrategie in der Linguistik hat vor langer Zeit, nämlich 1877, der Junggrammatiker Karl Verner in seinem berühmten Aufsatz "Eine Ausnahme der ersten Lautverschiebung" gegeben. Er wollte nämlich bestimmte Ausnahmen von den seinerzeit aufgestellten Lautverschiebungsgesetzen erklären und fand die für die Erklärung einschlägige Dimension (variierender Akzent) durch ein logisch raffiniertes Ausschlußverfahren, bei dem durch systematische Datenvariation überprüft wurde, in welchen Fällen die betreffenden Ausnahmen auftreten (vgl. Kindt/Wirrer 1978).

Eine systematische Dimensionsanalyse für den Bereich der grammatischen Verarbeitung durchzuführen, ist nicht das Ziel der vorliegenden Darstellung (vgl. hierzu Kindt 1991). Ich möchte aber einige Ergebnisse dieser Analyse auflisten, die deutlich machen, wie konsequenzenreich der Wechsel zu einer systemtheoretischen Grammatik- und Methodologiekonzeption ist.

- Das Verhältnis von Valenz- und Konstituenz-Dimension wird geklärt.
- Valenz und Konstituenz werden auf zwei elementare Verknüpfungsdimensionen zurückgeführt.
- Bestimmte gängige valenz- und konstituententheoretische Strukturhypothesen können falsifiziert werden.
- Die partielle Unabhängigkeit des Subjektbegriffs von anderen grammatischen Dimensionen wird nachgewiesen.

- Mit Hilfe der beiden elementaren Verknüpfungsdimensionen kann auch die Thema-Rhema-Unterscheidung expliziert werden.

Nach einer Dimensionsanalyse ist die explizite Modellierung der interessierenden Aspekte von grammatischer Verarbeitung anzustreben. Entsprechende Modelle zu konstruieren, heißt, Systeme zu definieren, die sich in den betreffenden Aspekten genauso verhalten, wie das empirisch untersuchte Originalsystem. Zunächst will ich einige Ausführungen zum generellen Prinzip meiner Modellkonstruktion machen und später den speziellen Stellenwert von Nichtmonotonie behandeln. Aufgrund der Ergebnisse aus verständnistheoretischen Untersuchungen (vgl. Kindt/Weingarten 1984, Kindt/Laubenstein 1990) verwende ich für die Modellkonstruktion *dynamische Zuordnungssysteme*. Die Funktionsweise solcher Systeme läßt sich am besten exemplarisch erläutern. Jeder Zustand eines Zuordnungssystems ist eine endliche Relation (im Sinne eines verallgemeinerten extensionalen Relationskonzepts/vgl. Kindt 1991a), deren Elemente gerade die einzelnen *Zuordnungen* zwischen verschiedenen betrachteten Entitäten bilden. Beispielsweise umfaßt das Verarbeitungsergebnis der Segmentierung einer Äußerung eine Menge von Zuordnungen, bei denen Positionsnummern und Teile der Äußerung bzw. korrespondierende mentale Repräsentationen einander zugeordnet sind. Einer partiellen Segmentierung der unsegmentierten Buchstabenfolge

(16) *dermannarbeitetinbielefeld*

kann also in einem bestimmten Verarbeitungsstadium folgender Zustand mit zwei Zuordnungen entsprechen:

(Z1) {{1,DER}, {2,MANN}}.

Jede Zuordnung kann auch als eine Information über die Inputäußerung interpretiert werden; z. B. bedeutet {1,DER} die Information, daß an einer ersten Position der Äußerung ein Segment steht, das als das Wort DER kategorisiert wird.

Die Überführung eines Zustands des Modellsystems in einen neuen Zustand bei der Verarbeitung eines Inputs geschieht mit Hilfe von *Zuordnungsregeln*, die im wesentlichen wie *Produktionsregeln* in formalen Grammatiken funktionieren (vgl. etwa Levelt 1974). Diese Regeln modellieren allerdings die Analyserichtung und sie operieren außerdem nicht über Sequenzen, sondern über Mengen und sind daher von der Reihenfolge der Elemente unabhängig. Bei der Verarbeitung der Buchstabenfolge (16) können beispielsweise folgende Regeln angewendet werden.

(R1) {DER} → {DET, FLER}.

(R2) {MANN} → {N, MASK, FLU, PLM, -PA}.

Diese beiden Regeln sind folgendermaßen zu deuten: Das Wort DER ist ein Determinator und hat das Flexionsmorphem ER; das Wort MANN ist ein Nomen mit dem Genus "Maskulinum", ist weiterhin

flexionsmäßig unmarkiert, besitzt markierte Pluralformen und kann nicht den Anfang einer Phrase bilden. Generell ist eine Zuordnungsregel der Form $\{K\} \rightarrow \{K_1, \dots, K_n\}$ folgendermaßen logisch umformulierbar: Jedes Äußerungssegment der Kategorie K gehört auch zu den Kategorien K_1, \dots, K_n . Die Regel ist dann als ein Axiom der Grammatiktheorie aufzufassen, mit dem Informationen über die Struktur von Äußerungen abgeleitet werden können.

Grundsätzlich steht hinter der Konzeption von Zuordnungsregeln die Idee, die übliche Einführung komplexer Kategorien zu vermeiden bzw. solche Kategorien in elementare Dimensionen aufzulösen, um auf diese Weise die Interaktion zwischen Kategorisierungen besser erfassen zu können; speziell motiviert dies z. B. die Einführung einer Phrasenanfangs- und einer Phrasenendkategorie, die unabhängig von weitergehenden Struktureigenschaften nur den Bedarf bzw. Nichtbedarf eines linken oder rechten Verknüpfungspartners auf Phrasenebene manifestieren.

Um ein halbwegs relevantes Verarbeitungsergebnis für (16) zu erreichen, wollen wir noch andere Regeln betrachten.

(R3) $\{N, FLU, PLM\} \rightarrow \{SG\}$.

(R4) $\{FLER, SG, MASK\} \rightarrow \{NOM\}$.

Die Kategorien SG und NOM bedeuten hier "Singular" bzw. "Nominativ". Bei Anwendung der Regeln (R1), (R2) und (R3) auf den Zustand (Z1) erhält man als neuen Zustand

(Z2) $\{\{1, DER, DET, FLER\}, \{2, MANN, N, MASK, FLU, PLM, -PA, SG\}\}$.

Die Regel (R4), die für DER eine Kategorisierung als Nominativ erbringen kann, ist zunächst nicht anwendbar, weil die Numerus- und Genusinformation noch fehlen. Letztere Informationen erhält man erst, wenn klar ist, daß DER und MANN als Phrase zusammengehören. Diese Zusammengehörigkeit wird durch die Information -PA erzwungen; d.h. es werden auch Regeln benötigt, die eine Informationsübertragung zwischen verschiedenen Positionen bewirken.

(R5): $\{-PA, GENUS, KASUS, NUMERUS\} \leftrightarrow i-1: \{-PE, GENUS, KASUS, NUMERUS\}$.

(R5) ist so zu verstehen, daß unter der Bedingung -PA alle vorliegenden Genus-, Kasus- und Numerusinformationen von der Position i nach der Position i-1 übertragen werden dürfen und daß auch das Umgekehrte gilt. Außerdem impliziert die Kategorisierung eines Segments/Wortes als "Nichtphrasenanfang", daß ein zugehöriges Partnersegment nicht das Ende einer Phrase bilden kann. Die in (R5) postulierte Informationsübertragung zwischen unmittelbar benachbarten Positionen gilt allerdings nur für elementare Nominalphrasen. Dies kann man schon an einem Beispiel wie ein in Bielefeld arbeitender Mann erkennen, bei dem u.a. die Information SG vom unbestimmten Artikel EIN auf das Adjektiv ARBEITENDER übertragen werden muß.

Die Anwendung von Regel (R5) auf den Zustand (Z2) führt dazu, daß bei der Position 1 die neuen Informationen MASK, SG und - PE hinzukommen. Anschließend ist dann Regel (R4) anwendbar, so daß man - wie gewünscht - die Information NOM zunächst für Position 1 und bei nochmaliger Anwendung von (R5) auch für Position 2 erhält. Insgesamt wird also an diesem - wenn auch sehr einfachen - Beispiel einer Informationsableitung im Modellsystem deutlich, wie bestimmte Effekte der Kategorisierungsdynamik zustandekommen.

Die bisherige Darstellung von Zuständen des Modellsystems erfaßt nur Segmentierungs- und Kategorisierungsresultate. Für die Verknüpfung von Segmenten sind Zustandselemente des Typs $\{\{i,R_1\}, \{j,R_2\},V\}$ hinzuzunehmen; diese Notation sagt, daß das Segment i in der Rolle R_1 und das Segment j in der Rolle R_2 durch die Verknüpfung der Kategorie V miteinander verbunden sind. Eine Besonderheit der in Kindt (1991) entwickelten Grammatikkonzeption liegt darin, daß nur Regeln zur Verknüpfung von Segmenten mit Wortstatus betrachtet werden, weil sich die Verknüpfung zu komplexen Einheiten aufgrund der Transitivitätseigenschaft auf elementare Wortverknüpfungen zurückführen läßt. Als Beispiel der Behandlung eines verknüpfungsdynamischen Phänomens will ich - allerdings ohne formale Darstellung - noch einmal auf die Subjektasymmetrie eingehen (vgl. Abschnitt 3). Für die Erklärung dieser Asymmetrie benötigt man - so lautet meine Hypothese - die Kategorie "unmittelbar thematisierbar". Das Vorliegen dieser Kategorie hängt im sprachlichen Kontext vom Satzgliedtyp und von der Position im Satz ab. Satzglieder, die verschieden vom finiten Verb und vom Subjekt sind, können im rechten Teil einer Koordinationskonstruktion nur unmittelbar thematisiert werden, wenn sie im linken Konstruktionsteil in der topikalisierten Satzanfangsposition stehen. Demgegenüber ist etwa das Subjekt auch in anderen Positionen unmittelbar thematisierbar. Allerdings sind auch Subjektbinnenellipsen nicht immer uneingeschränkt grammatisch korrekt bzw. akzeptabel, wie folgendes Beispiel zeigt.

(17a) *Mir schmeckt der Wein und kommt aus Baden.

(17b) Mir schmeckt der Wein und er kommt aus Baden.

Eine Thematisierung des Subjekts aus dem linken Konstruktionsteil ist hier nur mittelbar durch Verwendung des Pronomens kohärent erreichbar und dies hängt offensichtlich mit einer durch das Verb *schmeckt* bedingten Verschiebung der Aufmerksamkeitsfokussierung vom Subjekt auf das indirekte Objekt zusammen. Für eine angemessene Modellierung der Thematisierungsverhältnisse ist also die Einführung einer weiteren, verbabhängigen Dimension erforderlich.

Die bisherigen Angaben zum Modellsystem reichen - abgesehen von ihrer Unvollständigkeit - auch prinzipiell nicht aus, um eine für beliebige Zeitpunkte definierte Übergangsfunktion einzuführen, weil nicht festgelegt ist, in welcher Reihenfolge die Zuordnungsregeln angewendet werden und welche Bearbeitungszeit sie jeweils benötigen. Zu einem vorgegebenen Input ist allerdings insofern ein

nachfolgender Resultatzustand eindeutig bestimmt, als die Anwendung der Regeln nach einem bestimmten Zeitraum keine neuen Informationen mehr erbringt. Die Modellierung berücksichtigt zunächst also nur den Fall, daß genügend Zeit zum Erreichen des Resultatzustands mit maximaler Verarbeitungsleistung zur Verfügung steht bzw. daß das System erst wieder nach dem betreffenden Zeitraum beobachtet wird. Um diesen Zeitraum zu minimieren, wäre eine möglichst weitgehende *Parallelverarbeitung* im Modellsystem und bei einer zugehörigen Simulation zweckmäßig. Die skizzierte Eliminierung des Zeitparameters aus der Modellierung hat aber noch eine andere wichtige Konsequenz; sie ermöglicht nämlich einen direkten Systemvergleich zwischen dem skizzierten Modell und finiten Automaten. Im wesentlichen werden im Modellsystem nur die beiden Finitheitsvoraussetzungen (vgl. etwa Levelt 1974) aufgehoben. Einerseits kann durch die Hinzunahme der Positionsinformation gewissermaßen nicht mehr von einem endlichen Input-Vokabular ausgegangen werden. Andererseits ist aus demselben Grunde die Menge der Zustände nicht endlich. Beide Erweiterungen sind allerdings mehr theoretischer, denn praktischer Natur, d.h. es ist nicht unvernünftig vorauszusetzen, daß

- ein endliches Vokabular von Wörtern vorliegt,
- nur Sätze mit einer begrenzten Anzahl von Positionen (also etwa bestehend aus tausend Wortkonstituenten) verarbeitet werden können,
- die Zahl der relevanten Kategorien und Verknüpfungsrelationen endlich ist.

Unter diesen Voraussetzungen gibt es nur endlich viele Wort-Positions-Paare und nur endlich viele Kategorisierungen und Verknüpfungen dieser Paare; folglich ist auch nur eine finite Menge von Zuständen relevant. Die praktische Möglichkeit einer Reduktion des Modellsystems auf einen finiten Automaten bedeutet nicht, daß ein solcher Ansatz in jeder Hinsicht theoretisch zweckmäßig ist; auf diesem, z. B. für die Behandlung von Rekursivität wichtigen Diskussionspunkt will ich jetzt aber nicht eingehen.

Wie angekündigt soll abschließend noch dargestellt werden, wie das Phänomen nichtmonotoner Informationsableitungen im Modellsystem erfaßt wird. Zur weiteren theoretischen Explikation von Nichtmonotonie ist zunächst ein kurzer Ausblick in die "Mathematische Spieltheorie" (vgl. etwa Berge 1957) günstig. Die lokale Zustandsentwicklung des Modellsystems für einen vorgegebenen Input kann man nämlich als *Partie eines Einpersonenspiels* auffassen. Jeder Zug innerhalb einer Partie besteht in der Anwendung zulässiger Regeln des Spiels. Bei bestimmten Zuständen hat man die Möglichkeit, verschiedene Regeln bzw. verschiedene Kombinationen parallel einzusetzender Regeln anzuwenden; man muß sich aber immer für die Anwendung einer Regel oder einer Regelkombination entscheiden. Deshalb ist die durch einen Input induzierte Zustandskette bis einschließlich zu dem Resultatzustand mit maximaler Verarbeitungsleistung im Allgemeinfall nicht eindeutig bestimmt: die unterschiedliche Regelauswahl und die unterschiedliche Reihenfolge der Regelanwendung können zu unterschiedlichen Partien und zu unterschiedlichen Resultatzuständen führen. Bei Zuordnungsregeln vom bisher angeführten Typ erhält man allerdings - unabhängig vom speziellen Spielverlauf - immer denselben Resultatzu-

stand, weil keine echte Alternativenverarbeitung stattfindet, also keine Auswahlentscheidungen zwischen unterschiedlichen Strukturierungsmöglichkeiten getroffen werden müssen. Dies ändert sich, wenn man syntaktische Mehrdeutigkeiten wie in den Beispielen (9) und (11a) in Abschnitt 3 mit Hilfe von Präferenzentscheidungen auflösen möchte. Solche Auswahlentscheidungen werden in der Spieltheorie mit dem Konzept der *Strategie* beschrieben. Neben Regeln soll das Modellsystem also noch Strategien enthalten. Beispiele für solche Strategien und ihre Auswirkung haben wir schon in Abschnitt 3 diskutiert (vgl. (9), (10) und (11a)). Ein anderes interessantes Beispiel stammt von Klein (1981).

(18) Mozart bewunderte Haydn und Beethoven.

Hier wird wieder aufgrund der Strategie, die Strukturierungsmöglichkeit mit der *minimalen Verknüpfungsdistanz* zu wählen, die kontinuierliche Phrasenkoordination Haydn und Beethoven gegenüber der diskontinuierlichen Phrasenkoordination Mozart und Beethoven bevorzugt. Diese Auswahlentscheidung kollidiert allerdings semantisch mit dem Sachverhalt, daß Mozart Beethoven nicht kannte und ihn deshalb auch nicht bewundern konnte. Für das folgende Beispiel kann demgegenüber wieder ein Garden-Path-Effekt angenommen werden.

(19) Die Studentin begrüßt der Rektor.

Bei inkrementeller Verarbeitung von (19) wird bei der Strukturierung des Teilinputs die Studentin begrüßt, die Strategie wirksam, eine Nominalphrase in Erstposition als Subjekt zu interpretieren, wenn sie in Numerus und Person zu einem nachfolgenden finiten Verb paßt und wenn ihr im Prinzip der Kasus "Nominativ" zugeordnet werden kann. Die Anwendung dieser Strategie hat bei (19) allerdings zur Folge, daß anschließend die Nominalphrase der Rektor, die selbst nur als Subjekt zu kategorisieren ist, nicht mehr in die aufgebaute Verknüpfungsstruktur integriert werden kann. Wenn ein solcher Zustand auftritt, dann gilt die betreffende Partie im Spiel des grammatischen Modellsystems als *verloren*, d.h. die Anwendung der genannten Strategie erweist sich in diesem Fall als nicht erfolgreich. Die Sprachverarbeitung hat im Gegensatz zu üblichen Gesellschaftsspielen den Vorteil, daß die Anwendung von nicht erfolgreichen Strategien eventuell rückgängig gemacht werden kann; dieser Vorteil wird allerdings mit dem Nachteil eines Auftretens von Nichtmonotonie erkaufte. Speziell sind für die erforderlichen Reanalyse-/Reinterpretationsprozesse - wie schon in Abschnitt 3 ausgeführt - effektive Reparaturstrategien notwendig. Das in der gegenwärtigen Forschungssituation zentrale Problem liegt in einer Beantwortung folgender Fragen: Wie können die negativen Folgen einer nichtmonotonen Informationsableitung begrenzt gehalten werden? Und wie läßt sich ein eingeschränkter Informationsaustausch erreichen, der nicht eine Totalrevision aller bisher erzielten Verarbeitungsergebnisse erfordert? Für den Bereich der grammatischen Verarbeitung fehlen außerdem noch systematische Analysen darüber, bei welchen Phänomenen Präferenzentscheidungen gefällt werden und welche Typen nichtmonotoner Schlüsse

diesen Entscheidungen zugrunde liegen. Bei Beispielen wie (19) ist eine Modellierung der Reanalyse allerdings relativ einfach mit Hilfe des Verfahrens der *bedingten Zuordnungen* zu erreichen. Die Einstufung von die Studentin als Subjekt und die zugehörige Verknüpfung mit begrüßt können nämlich unter Voraussetzung der Geltung der *probeweisen Annahme* eingeführt werden, daß die Studentin den Kasus "Nominativ" hat. Wenn sich im Verlauf der weiteren Verarbeitung herausstellt, daß diese Annahme falsch ist, werden die daraus resultierenden Informationen getilgt. Annahmen, die zu erfolgreichen Verarbeitungsergebnissen führen, bleiben bestehen, und brauchen vermutlich über den lokalen Satzkontext hinaus nicht mehr revidiert zu werden. Deshalb kann man in erster Näherung einen Modellierungsansatz wählen, der die Tilgung von nicht zurückgewiesenen Annahmen nach Ende der Satzverarbeitung vorsieht. Das skizzierte Verfahren läßt sich im Rahmen der klassischen Prädikatenlogik durchführen, erfordert also keine Einführung eigener nichtmonotoner Logiken. Es entspricht übrigens auch dem in der Konversationsanalyse diskutierten Prinzip der sog. *praktischen Idealisierung*, ohne das Verständigung praktisch gar nicht möglich ist.

5. Parserentwicklung

Die Parserentwicklung bzw. eine Prozeßsimulation des im vorigen Abschnitt skizzierten Modellsystems wurde ansatzweise im Rahmen eines Projekts der DFG-Forschergruppe verfolgt (vgl. Eikmeyer et al. 1991). Dabei ergaben sich allerdings einige Probleme, die deutlich machen, daß eine Simulation zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur für bestimmte begrenzte Demonstrationszwecke sinnvoll ist. Ich will auf einige dieser Probleme kurz eingehen.

Von der Konzeption des Modellsystems her lag es nahe, zunächst eine *symbolverarbeitende* Parserversion zu erarbeiten (vgl. Eikmeyer/Kindt 1989). Bei dieser Version machte sich insbesondere das Problem negativ bemerkbar, daß unter den gegebenen technischen Voraussetzungen nur eine *quasi-parallele* Simulation möglich ist. Das bedeutet, daß bei gleichzeitigem Vorliegen mehrerer Wort-Positions-Paare oder mehrerer Kategorisierungen eines Paares diese faktisch nur nacheinander, also sequentiell weiterverarbeitet werden können. Folglich muß für die Simulation von Parallelität ein geeignetes sequentielles Verfahren der Regelanwendung organisiert werden. Naheliegend ist beispielsweise ein Verfahren, bei dem man schrittweise alle in einem Zustand vorliegenden Wort-Positions-Paare und für jedes Paar wieder alle Regeln in einer bestimmten Reihenfolge durchgeht und bei Anwendbarkeit der Regeln die zugehörigen Informationen einem Nachfolgezustand zuschreibt. Ein solches Verfahren ist allerdings sehr zeitaufwendig und unökonomisch, weil bei aufeinanderfolgenden Durchgängen eventuell immer wieder neu ermittelt wird, daß bestimmte Regeln für bestimmte Wort-Positions-Paare grundsätzlich nicht anwendbar sind oder keine neuen Informationen mehr liefern. Um diesen Nachteil zu vermeiden, haben wir zeitweilig eine Organisation erprobt, bei der Regeln, die nicht

oder nicht mehr mit Informationsgewinn anwendbar sind, 'deaktiviert' und bei der umgekehrt Regeln, deren Anwendung in nachfolgenden Durchgängen erwartbar ist, 'aktiviert' werden. Die Einführung derartiger Organisationsprinzipien, die für die Entwicklung anwendungsorientierter Parsing-Systeme natürlich wichtig sind, erfordert allerdings selbst wieder einen erheblichen technischen Aufwand und führt überdies zu modellfernen Konstrukten bei der Simulation. U. a. aus diesem Grunde haben wir eine zweite, *konnektionistische* Parserversion entwickelt (vgl. Laubenstein 1990).

Bei der konnektionistischen Simulation werden die Zuordnungsregeln in die Architektur eines *Neuronalen Netzes* übersetzt; dabei fungieren Knoten des Netzes als Kategorien und Verbindungen zwischen Knoten als Regeln. Ich will hier nicht im einzelnen auf die Eigenschaften Neuronaler Netze eingehen. Für den gegenwärtigen Diskussionszusammenhang ist nur einerseits wichtig, daß für sie ein normiertes Verfahren zur Simulation von Parallelverarbeitung existiert. Andererseits haben sie den Vorteil, Kategorisierungen nicht nur mit polaren, sondern auch mit graduierbaren oder kontinuierlichen Werten zuzulassen und somit in naheliegender Weise Phänomene wie *Robustheit*, *Präferenz* und *Nichtmonotonie* zu erfassen. Beispielsweise kann man die Präferenz, eine Nominativnominalphrase in Erstposition als Subjekt zu kategorisieren, dadurch realisieren, daß die Subjektkategorisierung einer solchen Phrase einen relativ hohen, aber noch nicht maximalen Wert erhält; ggfs. wird dieser Wert später erniedrigt, wenn sich herausstellt, daß ein anderes Satzglied das Subjekt bilden muß.

Statt die potentiellen Vorteile der konnektionistischen Parserversion auszuführen, möchte ich zwei Probleme diskutieren, mit denen wir uns im Rahmen der Projektarbeit auseinandergesetzt haben. Das erste Problem besteht darin, daß die übliche Konzeption neuronaler Netze keine *Informationstrennung* innerhalb eines Netzes zuläßt (vgl. auch die Diskussion des binding-Problems bei Rumelhart/McClelland (1986) bzw. des Problems der illusionären Konjunktion bei Treisman/Gelade (1980)). Konkret bedeutet dies Problem, daß nicht gleichzeitig verschiedene Wörter bzw. Wort-Positions-Paare in einem Netz verarbeitet werden können, weil sonst evtl. unerwünschte Informationsvermischungen auftreten. Wenn beispielsweise die in einer Äußerung nebeneinander stehenden Wörter *der* und *Frauen* zusammenverarbeitet werden, ergibt sich aus dem Zusammentreffen der Pluralkategorisierung von *Frauen* und des kasanzeigenden Flexionsmorphems ER bei *der* eine Gesamtkategorisierung als Genitiv Plural, die für Sätze wie (8b) von Abschnitt 2 nicht angemessen ist. Deshalb müssen die verschiedenen Wörter des Inputs entweder nacheinander verarbeitet werden und für den Informationsaustausch bei Verknüpfungen ein gesonderter Mechanismus eingeführt werden; oder es muß für jede Inputposition ein eigenes Netz zur Verfügung stehen, das aber für den Fall von Verknüpfungen mit den Netzen anderer Positionen interagiert. Während bei dem einen Verfahren sogar prinzipiell auf Parallelverarbeitung verzichtet werden muß, bleibt das andere Verfahren unbefriedigend, weil durch die spezifische Kombination von Zustands- und Regelrepräsentation in Neuronalen Netzen ebenso viele Netze benötigt werden, wie Wortpositionen in den zu verarbeitenden Sätzen vorhanden sind; jedes dieser Netze stellt dann über seinen Aktivie-

rungszustand das jeweilige Verarbeitungsergebnis für eine Position dar, wiederholt aber zugleich unnötigerweise sämtliche Informationen über das zugrundeliegende Regelsystem.

Die Komplexität einer angemessenen Netzwerksimulation wird noch durch ein zweites Problem erhöht. Im Gegensatz zu unserer vereinfachenden Beispielbehandlung in Abschnitt 4 reicht es - wie schon erwähnt - nicht aus, einen Informationsaustausch etwa im Sinne von (R5) nur für benachbarte Positionen zu betrachten. Vielmehr kommen aufgrund *diskontinuierlicher Verknüpfungen* nahezu beliebige Positionen hierfür infrage (vgl. weitere Beispiele des Informationsaustausches zwischen unbestimmtem Artikel und Adjektiv wie *ein seit langem in Bielefeld arbeitender Mann/ein seit langem in der schönen Stadt Bielefeld arbeitender Mann* etc.). Das bedeutet, daß im Prinzip die Verarbeitungsergebnisse bzw. die Netze aller Positionen miteinander verbindbar sein müssen und daß für die Entscheidung, zwischen welchen Positionen ein Informationsaustausch stattfinden soll, ein geeigneter Mechanismus zu entwickeln ist. Auch für dieses Problem ist unklar, ob im üblichen Rahmen Neuronaler Netze eine praktikable Lösung gefunden werden kann.

6. Ausblick

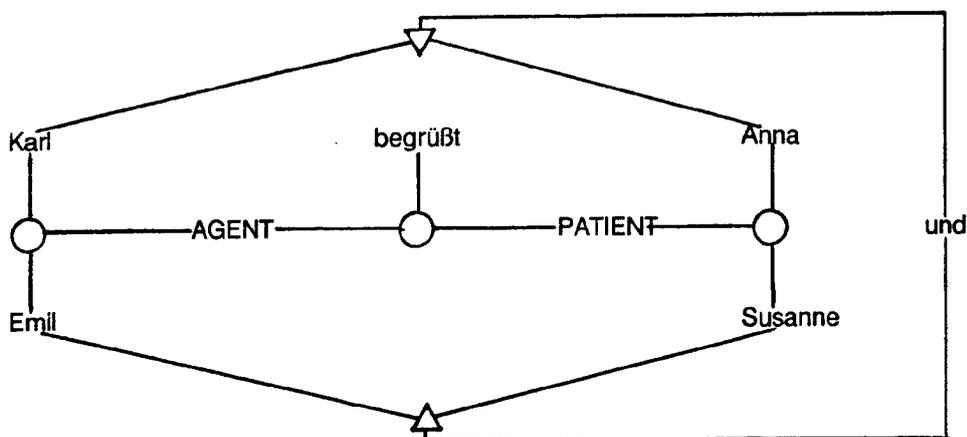
Gerade im Hinblick auf die im vorigen Abschnitt skizzierten Probleme muß erst noch genauer untersucht werden, welche Systeme sich zur Modellierung und Simulation der Dynamik grammatischer Verarbeitung am ehesten eignen. Insofern lohnt es zumindest aus grundlagentheoretischer Perspektive gegenwärtig nicht, sich auf die detaillierte Ausarbeitung eines Modells bzw. Parsers der dargestellten Typen festzulegen. Den vorliegenden Beitrag möchte ich stattdessen mit der Diskussion einer spekulativen These beschließen, die die Möglichkeit bzw. Zweckmäßigkeit einer Erweiterung des Netzwerkkonzepts betrifft und einen alternativen Vorschlag zur Lösung des Informationstrennungsproblems macht.

Von biologischer Seite her gesehen erfaßt der gegenwärtig betrachtete Typ Neuronaler Netze einen zentralen Aspekt realer Informationsverarbeitung nicht. Aus gutem Grund verfügen Tiere und Menschen jeweils über Paare ihrer wichtigen Sinnesorgane: es ist nicht zufällig, daß wir zwei Augen und zwei Ohren besitzen. Auf diese Weise ist es nämlich im Rahmen einer Zeit-Ort-Verrechnungsmethode möglich, den Ort eines wahrgenommenen Objektes zu bestimmen und die dem Objekt zugehörigen Eigenschaften richtig zuzuordnen. Diese Methode erlaubt also eine Informationstrennung und ihr liegt das einfache Prinzip zugrunde, in Eigenschaftsinformationen die zugehörige Ortsinformation miteinzukodieren bzw. jedenfalls beide Informationen in spezifischer Weise miteinander zu koppeln. Übertragen auf den Repräsentationsmechanismus von Netzen legt dies nahe, statt einer positionsbezogenen Netzervielfachung komplexe Aktivierungswerte von Knoten zuzulassen und in diese Werte, z. B. die Positionsinformation einzukodieren. Fälschliche Informationsvermischungen werden dann dadurch

vermieden, daß zunächst nur positionell zueinander passende Informationen zu komplexen Kategorisierungen kombiniert werden dürfen. Interessanterweise liegt dasselbe Verfahren von Informationstrennung und -kombination auch der verknüpfungstheoretischen Modellierung zugrunde, die in Kindt (1985) für Gapping-Konstruktionen vorgeschlagen wird. Da diese Modellierung nicht wie üblich von einer Kopie/-Verdopplung des finiten Verbs in einer tieferliegenden syntaktischen Struktur ausgeht (vgl. Abschnitt 2), ergibt sich insofern ein *semantisches Koordinationsproblem*, als bei der mit demselben finiten Verb erfolgenden simultanen Thematisierung zweier Ereignisse gewährleistet bleiben muß, daß in der integrierten Verknüpfungsstruktur die richtigen ereignisspezifisierenden Informationen miteinander kombiniert werden. Für eine Äußerung wie

(20) Karl begrüßt Anna und Emil Susanne.

bedeutet dies, daß bei paralleler Überprüfung der Frage, wer wen bei den beiden betrachteten Ereignissen begrüßt, die Zusammengehörigkeit der Referenten von Karl und Anna bzw. von Emil und Susanne eindeutig erkannt werden kann. Dies ist wieder mit Hilfe einer Kodierung der Lokalisierung des jeweiligen Ereignisses bei den zu den betreffenden Referenten gehörigen Kategorisierungen möglich, wie z. B. die Verknüpfungsstruktur von (20) zeigt.



In dieser Struktur sollen die als lokalisierungssensitive Konjunktionen fungierenden "Schaltelemente" in Dreiecksform nur dann eine Aktivierung des maximalen Wahrheitswert 1 abgeben, wenn die eingehenden Informationen ebenfalls den Wahrheitswert 1 besitzen und außerdem dieselbe Lokalisierung kodieren. Auf diese Weise läßt sich vermeiden, daß eine falsche Paarung von Agent des einen und Patienten des anderen Ereignisses als wahr prädiiziert wird.

Die aufgrund grammatikanalytischer Ergebnisse vorgeschlagene Verknüpfungsstruktur für Gapping-

Konstruktionen läßt natürlich keine unmittelbaren Rückschlüsse auf die reale neuronale Realisierung der Resultate von Sprachverarbeitung zu; sie macht aber plausibel, daß auf sprachtheoretischem Beschreibungsniveau die Betrachtung von Mechanismen zweckmäßig ist, die bestimmte Operationen simultan/parallel für unterschiedliche Argumente durchführen und die zugehörigen Resultate voneinander getrennt halten zu können. Mechanismen mit dieser Eigenschaft sind offensichtlich geeignet als Bausteine von Systemen, die den Aspekt der Parallelität von Sprachverarbeitung modellieren/simulieren sollen. Eine Berücksichtigung dieses Aspekts ist wiederum unumgänglich, wenn man den Prozeßcharakter von Sprachverarbeitung angemessen erfassen will und dazu eine empirische Überprüfung entsprechender Verarbeitungsmodelle anstrebt. Eine genaue Rekonstruktion der im vorliegenden Beitrag zentral thematisierten informationsdynamischen Phänomene kann schließlich nur im Rahmen von Prozeßmodellen erreicht werden und deshalb habe ich hier noch einmal auf die Relevanz des Parallelitätsaspekts und seinen Zusammenhang mit dem Problem der Informationstrennung aufmerksam gemacht.

7. Literaturangaben

- Berge, C.** (1957): *Théorie Générale des Jeux à n Personnes*. Paris.
- Elkmeyer, H.-J./Kindt, W.** (1989): Die Entwicklung von Parsingstrategien für die Mehrdimensionale Schaltgrammatik. Ms. Universität Bielefeld.
- Elkmeyer, H.-J. et al.** (1991): Die Untersuchungen des Projektes "Theoretische Grundlagen und Simulation von Prozessen der Kohärenzkonstitution im gesprochenen Deutsch. In: *Rickheit 1991*.
- Engelkamp, J.** (1974): *Psycholinguistik*. München.
- Frazier, L./Rayner, K.** (1982): Making and Correcting Errors during Sentence Comprehension: Eye Movements in the Analysis of Structurally Ambiguous Sentences. In: *Cognitive Psychology* 14, S. 178-210.
- Günther, U., et al** (1991): Elliptische Koordination. Kolibri-Arbeitsbericht 32. Universität Bielefeld.
- Höhle, T.** (1983): Subjektlücken in Koordinationen. Ms. Universität Tübingen.
- Just, M.A./Carpenter, P.A.** (1980): A Theory of Reading: From Eye Fixations to Comprehension. In: *Psych. Review* 87, S. 329-354.
- Kindt, W.** (1974): Ein Versuch zur Analyse und modelltheoretischen Beschreibung von Rezeption und Interpretation. In: Burghardt, W./Hölker, K. (Hg.): *Text-Processing-Textverarbeitung*. Berlin 1979.
- ders.** (1985): Grammatische Prinzipien sogenannter Ellipsen und ein neues Syntaxmodell. In: Meyer-Hermann, R./Rieser, (Hg.): *Ellipsen und fragmentarische Ausdrücke Bd. 1*. Tübingen.
- ders.** (1985a): Dynamische Semantik. In: Rieger, B. (Hg.): *Dynamik in der Bedeutungskonstitution*. Hamburg.
- ders.** (1991): Grundzüge der mehrdimensionalen Schaltgrammatik. In Vorb.
- ders.** (1991a): Formulierungsalternativen der Mengentheorie. Ms. Universität Bielefeld.

- Kindt, W./Laubenstein, U.** (1990): Reparaturen und Koordinationskonstruktionen. Kolibri-Arbeitsbericht 21. Universität Bielefeld.
- Kindt, W./Weingarten, R.** (1984): Verständigungsprobleme. In: Deutsche Sprache 3/84, S. 193-218.
- Kindt/Wirrer** (1978): Argumentation und Theoriebildung in der historischen Linguistik. In: Indogermanische Forschungen 83, S. 1-39.
- Klein, W.** (1981): Some Rules of Regular Ellipsis. In: Klein, W./Levelt, W.J.M. (Hg.): Crossing the Boundaries in Linguistics. Dordrecht.
- Laubenstein, U.** (1990): Ein konnektionistischer Parser für die Mehrdimensionale Schaltgrammatik. Ms. Universität Bielefeld.
- Levelt, W. J. M.** (1974): Formal Grammars in Linguistics and Psycholinguistics, Vol. 1. The Hague.
- ders.** (1983): Monitoring and Self-repair in Speech. In: Cognition 14, S. 41-104.
- v. Orlsouw, R. R.** (1987): The Syntax of Coordination. London.
- Rickheit, G.** (Hg.) (1991): Kohärenzprozesse. Modellierung von Sprachverarbeitung in Texten und Diskursen. Opladen.
- Rumelhart, D. E./McClelland J. L. and the PDP-Research Group** (1986): Parallel Distributed Processing. Explorations in the Microstructure of Cognition. Vol. 1. Cambridge (MA).
- Schade, U. et al.** (1991): Kohärenz als Prozeß. In: Rickheit 1991.
- Schegloff, E.A.** (1979): The Relevance of Repair to Syntax-for-Conversation. In: Givon, T. (Hg.): Syntax and Semantics, Vol. 12. New York.
- Shieber, St.** (1986): An Introduction to Unification Based Approaches to Grammar. CSLI Lecture Notes 4. Stanford.
- Treisman, A. M./Gelade, G.** (1980): A Feature-Integration Theory of Attention. In: Cognitive Psychology 12, S. 97-136.

Verner, K. (1877): Eine Ausnahme der ersten Lautverschiebung. In: *Zeitschr. f. vergl. Sprachforschung auf dem Gebiete der indogerm. Sprachen* 23, S. 97-130.

Verzeichnis der KoLiB^ri-Arbeitsberichte

1. **Forschergruppe Kohärenz (Ed.):**
Kohärenz
2. **Forschergruppe Kohärenz (Ed.):**
"n Gebilde oder was" - Daten zum Diskurs über Modellwelten
3. **Gibbon D. & Rieser H. (Eds.):**
Parserkonzepte
4. **Eikmeyer H.-J.:**
CheOPS: An object-oriented programming environment in C-PROLOG. Reference manual
5. **Eikmeyer H.-J. (Ed.):**
CheOPS-Anwendungen
6. **Schade U.:**
"Fischers Fritz fischt fische Fische" - Konnektionistische Modelle der Satzproduktion
7. **Braun G. & Jin F.:**
Akzentwahrnehmung und Akzenterkennung
8. **Pignataro V.:**
Topik und Fokus in der Sprachproduktion
9. **Meier J., Metzling D., Polzin T., Ruhrberg P., Rutz H. & Vollmer M. (Eds.):**
Generierung von Wegbeschreibungen
10. **Günther U.:**
Lesen im Experiment
11. **Sichelschmidt L., Günther U. & Rickheit G.:**
Input Wort: Befunde zur inkrementellen Textverarbeitung
12. **Strohner H. & Rickheit G.:**
Kommunikative Zusammenhänge: Eine systemische Konzeption sprachlicher Kohärenz
13. **Hildebrandt B., Aulich M., Rickheit G. & Strohner H.:**
Wort für Wort. Computersimulation kognitiver Textverstehensprozesse
14. **Braun G., Eikmeyer H.-J., Polzin T., Rieser H., Ruhrberg P. & Schade U. (Eds.):**
Situations in PROLOG
15. **Müsseler J. & Rickheit G.:**
Die kognitive Auflösung anaphorischer Objektreferenzen
16. **Strohner H.:**
Systemische Textverarbeitung
17. **Müsseler J. & Rickheit G.:**
Komplexbildung in der Textverarbeitung: Die kognitive Auflösung pluraler Pronomen
18. **Müsseler J. & Hielscher M.:**
Die Auflösung pluraler Pronomen bei unterschiedlich koordinativ verknüpften Referenzpersonen
19. **Polzin T., Rieser H. & Schade U. (Eds.):**
More Situations in PROLOG
20. **Kindt W. & Laubenstein U.:**
Reparaturen und Koordinationskonstruktionen. Zur Strukturanalyse des gesprochenen Deutsch
21. **Kindt W.:**
Gründzüge der mehrdimensionalen Schaltgrammatik
22. **Pignataro V.:**
LFG, Situationsschemata und Diskurs
23. **Langer H.:**
Syntaktische Normalisierung gesprochener Sprache
24. **Brindöpke C. & Pampel M.:**
Akzentstellenbestimmung
25. **Sichelschmidt L. & Günther U.:**
Interpreting anaphoric relations during reading: Inspection time evidence

26. Peters K., Rutz H. & Siegel M. (Eds.):
KLEIST - Textgenerierung in deutscher und japanischer Sprache
27. Ruhrberg P., Türling H.-J. & Zimmermann B. (Eds.):
Interaktion von Syntax und Semantik in der Textgenerierung
28. Polzin T. & Eikmeyer H.-J.:
BiKonnex: A network representation language
29. Lisken S. & Rieser H.:
Ein inkrementeller Parser zur Analyse von simulierten Reparaturen
30. Hielscher M., Müsseler J., Reuther A. & Rickheit G.:
Zum Einfluß der Verbsemantik auf die mentale Modellbildung
31. Müsseler J., Hielscher M. & Reuther A.:
Kognitive Verfügbarkeit und Gruppierungen in räumlichen mentalen Modellen
32. Günther U., Kindt W., Schade U., Sichelschmidt L. & Strohner H.:
Elliptische Koordination. Einige Strukturen und Prozesse lokaler Textkohärenz
33. Polzin T. & Rieser H.:
Parsing of belief-sentences
34. Polzin T. & Rieser H.:
Parsing with situation semantics

KoLiB^Fi Arbeitsberichte sind erhältlich über
DFG Forschergruppe "Kohärenz"
Fakultät für Linguistik und Literaturwissenschaft
Universität Bielefeld
Postfach 8640
D-4800 Bielefeld 1

KoLiB^Fi working papers are available from
DFG Research Group "Coherence"
Department of Linguistics and Literary Science
University of Bielefeld
PO Box 8640
D-4800 Bielefeld 1
FRG