

### 3 Modellvorstellungen zur Architektur des Parsers

Die *garden path* Effekte, ihre Erklärungsmuster sowie die Überwindung dieser Effekte durch zusätzliche Informationen anderer Verarbeitungsebenen stellen die Grundlage für die aktuelle Diskussion unterschiedlicher Theorien zum sogenannten *syntactic parsing* dar.

Grob können die Modelle in zwei Typen unterteilt werden, nämlich in solche, die von einem *Committal parsing* ausgehen (der Parser trifft alle Entscheidungen sofort, auch auf das Risiko hin, daß sie falsch sind) und solche, die ein *Non committal parsing* annehmen (d.h., daß unsichere Entscheidungen vermieden werden).

*Committal parsing* wird von Modellen postuliert, die serielle Verarbeitungsprinzipien des Parsers annehmen (Frazier 1987a, b, Clifton & Frazier 1996, Friederici 1995). Auch Konieczny et al. (1977) gehen davon aus, daß sofort Entscheidungen zur Anbindung ambiger Konstituenten getroffen werden und unmittelbar eine bestimmte Struktur festgelegt wird.

*Non comittal parsing* kann auf mehrere Arten geschehen:

Modelle, die von einer parallelen Verarbeitung des syntaktischen Inputs ausgehen, nehmen an, daß für syntaktisch ambige Strukturen parallel mehrere mögliche Analysen berechnet werden. Die Festlegung auf die letztendlich korrekte Analyse erfolgt dabei erst dann, wenn genügend Informationen zur Verfügung stehen. Diese können auch semantisch-pragmatischer Art sein (Crain & Steedman 1985, Altmann & Steedman 1988). Andere Modelle definieren den Prozeß des Sprachverstehens als Erfüllung einschränkender Vorgaben (*constraint satisfaction*, MacDonald, Pearlmutter & Seidenberg 1994, hierzu auch Ferstl & Flores d'Arcais 1999). Die einschränkenden Vorgaben können aus dem Diskurskontext stammen, Informationen über die Vorkommenshäufigkeit bestimmter Strukturen betreffen oder aber dem Welt- bzw. pragmatischen Wissen entstammen. All diese Informationen können bei der Verarbeitung ambiger Strukturen herangezogen werden und die Entscheidung für eine Analyse bereits initial beeinflussen.

Anders sehen das Vertreter von Modellen, die eine verzögerte Verarbeitung postulieren. Hier wird davon ausgegangen, daß erst genügend Information vorhanden sein muß, um eine eindeutige syntaktische Analyse zu erstellen, bevor der Parser mit seiner

Berechnung beginnt. Die Verarbeitung wird also (teilweise) ausgesetzt, bis eine ambige Struktur aufgelöst wird.

Einhergehend mit den unterschiedlichen Konzeptionen der Vorgehensweise des Parsers bei der Verarbeitung ambiger Strukturen unterscheiden sich die Modelle auch bezüglich ihrer Annahmen über die Modularität des Parsers. Die kritische Frage hierbei ist, inwieweit andere als rein syntaktische Informationen zur Verarbeitung ambiger Strukturen herangezogen wird bzw. zu welchem Zeitpunkt das geschieht.

Im folgenden werden unterschiedlich konzipierte Parsingmodelle vorgestellt. Das wohl bekannteste und einflußreichste ist das von Frazier (u.a. 1987a, b, c) entwickelte *garden path* Modell, weshalb dessen Darstellung auch besonders ausführlich erfolgt. Im *garden path* Modell wird eine serielle, unverzögerte Verarbeitung syntaktisch ambiger Sätze nach rein strukturellen Kriterien postuliert. Andere als syntaktische Informationen haben danach im ersten Verarbeitungsschritt keinerlei Einfluß auf die grammatische Analyse.

Ein anderes Modell postuliert eine semantikorientierte Syntaxverarbeitung (Hemforth, Hölter, Konieczny, Scheepers & Strube 1991, Konieczny, Scheepers, Hemforth & Strube. 1994). Hier wird zwar ebenfalls eine modulare Verarbeitung syntaktischer Strukturen angenommen, das Modell kommt jedoch bezüglich der Verarbeitung ambiger Konstituenten zu anderen Ergebnissen als das *garden path* Modell.

Anders sehen das die Vertreter von den parallelen Modellen und von Modellen, die einschränkende Vorgaben für die Erstellung der Analyse postulieren (*constraint satisfactions*). Hier wird eine Beeinflussung der syntaktischen Satzanalyse durch semantisch-lexikalische oder pragmatische Faktoren zu einem frühen Zeitpunkt oder auch schon initial angenommen. Auch auf solche Theorien wird im folgenden eingegangen werden. Weiterhin werden Modelle vorgestellt werden, die eine verzögerte Verarbeitung von syntaktisch ambigen Strukturen annehmen (*delay* oder *wait and see* Modelle). Auch wird ein Modell, das die Art der Verarbeitung lokal ambiger Strukturen als Konsequenz der individuellen Kapazität des Arbeitsgedächtnisses zugrundelegt, dargestellt werden (sogenannte *Hybrid*-Modelle).

### 3.1 Ein serielles Modell

Eines der bekanntesten seriellen Modelle der Sprachverarbeitung ist die *garden path* Theorie, die federführend von Frazier entwickelt wurde (1987a, b, Rayner, Carlson & Frazier 1983). Diesem Modell voraus ging eine Theorie, die plakativ als *Sausage Machine* bezeichnet wurde. Diese *Wurstmaschine* wurde von Frazier & Fodor (1978 und Fodor & Frazier 1980) entwickelt. Sie beruht auf zwei intuitiven Prämissen, nämlich auf Intuitionen hinsichtlich präferierter Lesarten global ambiger Sätze sowie Intuitionen hinsichtlich der Schwierigkeiten beim Verstehen lokal ambiger Sätze. Bei dem Satz

(1) *Frieda kitzelt den Mann mit den Gladiolen*

wird die Lesart, in der die PP *mit den Gladiolen* als instrumentum zum Verb verstanden wird, bevorzugt gegenüber der ebenfalls möglichen Lesart, daß es sich bei der PP um ein Attribut zum Akkusativ-Objekt handelt. Die *Sausage Machine* sollte in der Lage sein, eine solche Präferenz zu erklären.

Die gleiche Präferenz wie oben beschrieben findet sich bei dem Satz

(2) *Er sieht den Mann mit dem Fernglas.*

Ein Satz mit gleicher Oberflächenform wie

(3) *Er sieht den Mann mit dem Hut.*

läßt jedoch nur noch eine Interpretation zu. Diese wird durch die Semantik der PP *mit dem Hut* gesteuert. Unter der Annahme jedoch, daß eine Analyse des Satzes inkrementell berechnet und nicht gewartet wird, bis genügend Information für eine eindeutige Interpretation gegeben ist, stellt sich die Frage, zu welchem Zeitpunkt die Wortbedeutung von *Hut* einen Einfluß auf die syntaktische Analyse hat. Unbestritten ist, daß dieser Einfluß vorhanden ist.

Die Frage ist, ob es trotzdem zu einem definierten Zeitpunkt bei der Satzverarbeitung eine von semantischen Einflüssen unabhängige syntaktische Präferenz für eine der beiden Analysemöglichkeiten gibt (bis zur wie auch immer gearteten Darbietung des Wortes *Hut* sind ja noch zwei Arten der Anbindung der PP an den Satz möglich).

Die *Sausage Machine*, die diese Fragen beantworten soll, wurde als Zwei-Stufen-Modell der syntaktischen Verarbeitung konzipiert. Hierauf beschränkt sich das Modell

auch. Die erste Stufe wird durch den *Preliminary Phrase Packer* (PPP) dargestellt. Hier werden jeweils sechs bis sieben Wörter zu Phrasen zusammengefaßt und weitergereicht an den *Sentence Structure Supervisor* (SSS), der aus diesen Paketen (Würsten) den Phrasenstrukturbaum des Satzes zusammenfügt. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Stufen sind rein quantitativ. Der PPP ist kurzsichtig und überblickt jeweils nur einen kleinen Teil des Satzes, während der SSS einen größeren Blickwinkel hat.

Diese Kurzsichtigkeit des PPP wird mit bekannten Daten über die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses, die nach Miller (1956) sieben plus/minus zwei Einheiten umfaßt, motiviert. Der SSS kann größere Teile des Satzes verarbeiten, da er die Wörter bereits zu Phrasen zusammengefaßt erhält, die als Einheiten verstanden werden.

Die zweite Motivation für diese Grundannahmen ist spezifischer und hängt mit der Verarbeitung lokal ambiger Sätze zusammen, für die intuitiv und auch empirisch bestimmte Präferenzen herausgefunden wurden. Das Modell der *Sausage Machine* postuliert, daß auch auf das Risiko eines Fehlers hin eine Analyse erstellt wird. Diese kann sich bei Vorliegen desambiguierender Information als falsch herausstellen, woraus dann ein *garden path* Effekt resultiert.

Grundlage für diese Annahme sind die Parsingprinzipien, von denen hier einige vorgestellt werden sollen:

1. *Revision as last Resort Principle* (RALR)

Dieses Prinzip besagt nichts anderes, als daß eine Revision einer begonnenen Analyse nur durchgeführt werden sollte, wenn es keine andere Möglichkeit der Interpretation des Satzes gibt.

2. *Minimal Attachment Principle* (MA)

Es besagt, daß neue Wörter oder Phrasen so in den Satz integriert werden sollen, daß hieraus die geringst mögliche Anzahl an Knoten resultiert. Es ist also die Berechnung einer Struktur mit weniger Knoten der Berechnung einer Analyse mit einer größeren Anzahl an Knoten vorzuziehen.

3. *Right Association*

Neues Material soll möglichst weit rechts unten in einen bestehenden Baum eingefügt werden.

MA läßt sich aus der Architektur des Parsers erklären, der auf grammatisches Wissen zugreift, das in Form von Regeln repräsentiert ist. Die Möglichkeit mit der geringsten Anzahl Knoten ist auch immer die mit den leichtesten Regeln, die wiederum am ein-

fachsten speicher-, abruf- und korrigierbar sind. Es findet also keine vergleichende Berechnung statt, in der festgestellt wird, welche Möglichkeit die wenigsten Knoten aufweist.<sup>8</sup>

MA ist jedoch nicht immer anwendbar, wie folgende Sätze zeigen.

(4) *John bought the book that I had been trying to obtain for Susan.*

Hier wird die Lesart, in der die PP *for Susan* an das Verb des Relativsatzes angebunden wird, bevorzugt gegenüber der Lesart, in der die PP an das Verb des Hauptsatzes gebunden wird. Es haben aber beide Möglichkeiten die gleiche Anzahl Knoten im Phrasenstrukturbaum.

Der Satz

(5) *John read the note, the memo and the letter to Mary.*

wird sogar bevorzugt dahingehend interpretiert, daß *the letter* und *to Mary* als eine NP, bestehend aus einer NP und einer PP, gelesen wird, in die nicht die NPn *the note* und *the memo* eingebunden sind. Der daraus resultierende Phrasenstrukturbaum weist sogar einen Knoten mehr auf als die bestehenden Alternativen (Bader 1990).

Hingegen wird

(6) *John read the letter to Mary.*

bevorzugt so interpretiert, daß es mit MA erklärbar ist (die PP *to Mary* wird an das Verb angebunden).

Dies wird in der *Sausage Machine* mit der Kurzsichtigkeit des PPP erklärt. Der Beispielsatz (6) kann vollständig im PPP verarbeitet werden, weshalb hier auch MA greift. Der Satz (5) hingegen ist zu lang, so daß Teile sich bereits im SSS befinden, wenn die letzten Wörter des Satzes verarbeitet werden. So entscheidet der PPP sich für eine Anbindung der PP an die letzte vorhergehende NP. Dies geschieht nach dem Prinzip des *Local Attachment* (LA).

Das letzte wichtige Parsing Prinzip der *Sausage Machine* ist das der *Right Association*, womit erklärt wird, warum in dem Satz

---

<sup>8</sup> MA ist somit hergeleitet aus der Anwendung grammatischer Regeln bei der Transformation einer Oberflächen- in eine Tiefenstruktur (Hemforth & Strube 1999). Probleme bzgl. der Voraussagekraft dieses Prinzips ergeben sich aus unterschiedlichen bzw. sich ändernden Grammatikmodellen, d.h., die Komplexität von Strukturbäumen bzw. deren Knotenanzahl ist in vielen Fällen nicht eindeutig.

(7) *John said, Bill died yesterday.*

*yesterday* als Teil des Nebensatzes verstanden wird. MA kommt hier wegen der gleichen Knotenanzahl der beiden Alternativen nicht zum Tragen, die Präferenz ist, da der kurze Satz vollständig im PPP analysiert werden kann, auch nicht mit LA erklärbar.

Hier kann nur ein Prinzip wirken, durch welches die ambige Phrase rechts unten an den Satz angebunden wird.<sup>9</sup>

Die *Sausage Machine* hatte eine Menge experimenteller Arbeiten zur Folge, in denen ihre spezifischen Vorhersagen überprüft wurden. Mit der steigenden Anzahl empirischer Daten wurde von Frazier (1987a, b, Rayner, Carlson & Frazier 1983) das *garden path* Modell entworfen, die Nachfolge-Theorie zur Wurstmaschine.

Auch hier wird von einer vollständig inkrementellen Verarbeitung ausgegangen, d.h., daß jedes Wort sofort nach dessen Einlesen in den Parser an bereits vorliegende syntaktische Strukturen angebunden wird. Unter der Prämisse

#### *Immediate Syntactic Integration*

*In this model, perceivers incorporate each word of an input into a constituent structure representation of the sentence, roughly as each item is encountered* (Frazier 1987a, S. 561).

Werden nun die Verarbeitungsprinzipien *minimal attachment* und *right (local) association*, jetzt *late closure*, aus der *Sausage Machine* neu formuliert.

#### 1) *Minimal Attachment*

*Do not postulate any potentially unnecessary nodes.*

#### 2) *Late Closure*

*If grammatically permissible, attach new items into the clause or phrase currently being processed (i.e. the phrase or clause postulated most recently).*

#### 3) *Minimal Chain Principle*

*Postulate required chain members at the earliest point grammatically possible but postulate no potentially unnecessary chain members.*

---

<sup>9</sup> Das Prinzip *right association* geht auf eine Modellvorstellung von Kimball (1973) zurück.

Die syntaktische Analyse wird in diesem Modell also auf das Risiko hin erstellt, daß sie sich als falsch herausstellt. In diesem Fall bleibt nur eine Möglichkeit, nämlich die der Reanalyse.

Der Parser ist in diesem Modell durch rein strukturelle Information geleitet, und nur auf dieser Basis wird inkrementell eine Phrasenstruktur erstellt. Diese Phrasenstruktur ist unter allen in Frage kommenden diejenige, die am wenigsten Knoten im Strukturbaum enthält.

Empirische Grundlage für diese Theorie ist u.a. die Untersuchung von Rayner, Carlson & Frazier (1983). Die Autoren führten ein Blickbewegungsexperiment durch, d.h., anhand von Aufzeichnungen der Augenbewegungen der VPn konnten sowohl die Lesezeiten für einzelne Wörter und Regionen wie auch nochmaliges Lesen einzelner Regionen festgehalten werden.

Mittels reduzierter und nicht reduzierter Relativsätze sowie einfacher Aktiv-Sätze und der Variation der semantischer Plausibilität wurde die Abhängigkeit syntaktischer Präferenzen von pragmatischen Einflüssen untersucht.

Rayner et al. untersuchten folgende Satzbedingungen:

- (8a) *The florist sent the flowers was very pleased.* (reduzierter Relativsatz, semantisch unplausibel, da ein Florist eher Blumen verschickt als erhält)
- (8b) *The performer sent the flowers was very pleased.* (reduzierter Relativsatz, aber semantisch plausibel, da Schauspieler häufig die Empfänger von Blumen sind)
- (8c) *The performer who was sent the flowers was very pleased.* (nicht-reduzierter Relativsatz, semantisch plausibel)
- (8d) *The performer sent the flowers and was very pleased with herself.* (einfacher Aktivsatz, aber semantisch nicht-plausibel, da das Subjekt in einer unerwarteten Rolle ist)

Unabhängig von der semantischen Bedingung zeigten sich bei den reduzierten Relativsätzen längere Lesezeiten in der desambiguierenden Region als bei nicht reduzierten Relativ- und den Aktivsätzen. Die reduzierten plausiblen und nicht-plausiblen Relativsätze unterschieden sich bezüglich der Lesezeiten nicht, genausowenig wie die nicht reduzierten Relativ- und Aktivsätze. Interpretiert wurden die Ergebnisse dahingehend, daß hier, unabhängig von semantischen Faktoren und Plausibilitätsannahmen, das MA-Prinzip verfolgt wurde.

Empirische Evidenzen für die *late closure* Strategie konnte Frazier (1978, vgl. auch Frazier & Clifton 1996) anhand von Sätzen wie

(9) *Without her contributions the funds are inadequate.*

(10) *Without her contributions would be very inadequate.*

aufzeigen.

Bis einschließlich zu dem Wort *contributions* ist der Satz ambig, die Desambiguierung findet auf der NP *the funds* bzw. dem Auxiliar *would* statt. *Contributions* kann sowohl an das Possesivpronomen *her* gebunden werden, mit dem es dann eine NP innerhalb der PP *without her contribution* bildet, wie auch als Subjekt eines folgenden Hauptsatzes interpretiert werden. Frazier fand mittels einer Aufgabe, in der die Versuchspersonen nach Darbietung der Sätze über deren Grammatikalität entscheiden sollten, deutlich verlängerte Reaktionszeiten für die Sätze vom Typ (11). D.h., das Nomen *contributions* wurde in die gerade aufgebaute Phrase integriert.

Das *minimal chain principle* (s. auch de Vincenzi 1991) wiederum ist eine Verallgemeinerung der *active filler hypothesis*.

Die *active filler hypothesis* testete Frazier (1987c) in einem niederländischen Experiment.

Das Niederländische, wie das Deutsche und im Gegensatz zum Englischen eine kopffinale Sprache, bietet die Möglichkeit, Sätze mit Verb-End-Stellung zu konstruieren.

Bei einer Untersuchung mittels Subjekt- und Objekt-Relativsätzen zeigte sich eine klare Präferenz für Subjekt-Relativsätze.

Die Versuchspersonen hatten die Aufgabe, nach Sätzen wie

(11) *Jan houdt niet van de Amerikaanse die de Nederlander wil uitnogen.*

Jan hält nichts von dem Amerikaner, den der / der den Niederländer einladen will.

Fragen nach der Subjekt/Objekt-Zuweisung

(12) *Wie wil wie uitnogen?*

Wer will wenn einladen?

zu beantworten.

Hieraus konnte geschlossen werden, ob die Sätze als Subjekt- oder Objektrelativsätze verarbeitet wurden. Anhand der Fragebeantwortungen stellte sich heraus, daß bei 76% dieser ambigen Strukturen der Kopf des Relativsatzes, *de Amerikaanse*, als Subjekt interpretiert wurde. Diese Präferenz von Subjektrelativsätzen zeigte sich auch bei den Lesezeiten von eindeutigen Strukturen wie

(13) *Karl hielp de mijnwerkers die de boswachters fonden.*

Karl half den Minenarbeitern die den Förster fanden.

(14) *Karl hielp de mijnwerkers die de boswachters fond.*

Karl half den Minenarbeitern die der Förster fand.

In diesem Experiment wurden drei Hypothesen bezüglich des Vorgehens des Parsers bei Vorlage von *filler gap* Konstruktionen getestet. Die *delay-* (Verzögerungs-) Hypothese besagt, daß mit der Erstellung einer syntaktischen Struktur bis zur Auflösung der Ambiguität gewartet wird. Nach dieser Hypothese hätten sich zwischen den verschiedenen Relativsätzen keine Unterschiede in den Lesezeiten und auch keine Präferenzen zeigen sollen.

Die *Gap as second resort* Hypothese (GASP), also die Annahme einer Leerstelle erst, wenn keine mögliche Konstituente für die zu besetzende Argumentstruktur erscheint. Fodor (1979) hingegen postuliert, daß jede ankommende Konstituente zunächst als die erwartete Argumentstruktur verarbeitet wird. Eine Leerstelle wird erst dann postuliert, wenn eine erforderte Argumentstruktur nicht gefüllt wird. Bezüglich der Relativsätze bedeutet dies, daß Objekt-Relativsätze leichter verarbeitet und auch in ambigen Fällen präferiert erstellt werden sollten. Die NP nach dem Relativpronomen, *de Nederlander*, sollte somit als Subjekt interpretiert werden, der Kopf des Relativsatzes, *de Amerikaanse*, als Objekt.

Frazier selber stellt diesen Hypothesen die *active filler strategy* gegenüber. Hiernach sollte eine einmal als *Filler* für eine folgende Leerstelle identifizierte Konstituente, für die Relativsätze bedeutet dies konkret der Kopf des Relativsatzes, der ersten Möglichkeit einer erscheinenden Leerstelle zugeordnet werden.

*Assign an identified filler as soon as possible; i.e., rank the option of a gap above the option of a lexical noun phrase within the domain of an identified filler.* (Frazier & Flores D'Arcais 1989, S. 332).

Nach dieser Hypothese sollte bei Erscheinen des Relativpronomens sofort eine Leerstelle postuliert werden, die mit der NP *de Amerikaanse*, gefüllt wird. Diese NP gewinnt somit den Status des Subjekts.

Die *active filler strategy* ist als einzige in der Lage, die von Frazier gefundenen Lesezeit- und Beurteilungsdaten zu erklären. Dieser Nachweis wird als Bestätigung der Annahme interpretiert, daß bei der Analyse von Sätzen ohne Verzögerung und auch auf die Gefahr von Fehlern hin vorgegangen wird. Auch hier scheinen also rein syntaktische Prinzipien zu wirken.<sup>10</sup>

### 3.1.1 Die Rolle lexikalischer Information in der *garden path* Theorie

Bei der syntaktischen Analyse wird in einem ersten Schritt lediglich auf die syntaktischen Informationen der Wörter zugegriffen und erst in einem weiteren Analyseschritt ein Abgleich durchgeführt, ob die Analyse eines Satzes mit den semantischen Merkmalen der Inputwörter kompatibel ist. Für diesen Schritt nehmen Rayner et al. (1983) und Frazier (1987, a, b) an, daß hier insbesondere thematische Rollen und ihre Beschränkungen eine Rolle spielen.

Empirische Evidenz für diese Annahmen stellt u.a. eine weitere Untersuchung von Rayner et al. (1983) dar.

Rayner et al. benutzten in einem Blickbewegungsexperiment Sätze vom Typ

(15) *The spy saw the cop with binoculars but the cop didn't see him.*

Dieser Satz ist vollständig (*global*) ambig, die pragmatisch naheliegende Interpretation ist jedoch die, daß *binoculars* verstanden wird als instrument zum Verb *sehen* und die entsprechende Präpositionalphrase *with binoculars* somit an die VP angebunden wird. Dies ist jedoch bei folgender Konstruktion nicht möglich:

(16) *The spy saw the cop with a revolver but the cop didn't see him.*

---

<sup>10</sup> Zur Untersuchung deutscher Relativsatzstrukturen vgl. Schriefers, Friederici, Kühn 1995. Hier wurden auch semantische Einflüsse auf diese an rein syntaktischen Prinzipien orientierte Vorgehensweise untersucht. Eine Darstellung dieser Experimente erfolgt in Kapitel 4. Eine weitere deutsche Untersuchung zu Anbindungsstrategien von Relativsätzen im Deutschen stellt die von Hemforth, Konieczny, Seelig & Walter (2000) dar.

Dieser Satz ist nur bis zum Wort *with* ambig. Da ein Revolver als instrumentum zum Verb *sehen* denkbar ungeeignet ist, wird beim Einlesen dieses Nomens klar, daß die Präpositionalphrase an die NP *the cop* angebunden werden muß.

Satzbeispiel (15) ist kompatibel mit der durch MA vorhergesagten Analyse, Satz (16) nicht.

Es zeigten sich vom Beginn der desambiguierenden Region an (ab *binocular* bzw. *revolver*) deutlich längere Lesezeiten in der Bedingung, in der die semantisch plausible Analyse nicht der durch MA vorhergesagten entsprach. Dies führten die Autoren darauf zurück, daß in der *first pass* Analyse nach MA berechnet wurde, was sich jedoch in einem späteren Analyseschritt teilweise als falsch herausstellte. Dieser zweite Analyseschritt wird von einem *thematic processor* vorgenommen, der die thematischen Relationen des Satzes überprüft. Das entspricht den Vorhersagen der *thematic selection hypothesis* (Rayner et al. 1983) bzw. der *lexical filter hypothesis* (Frazier 1987, a, b), d.h., daß lexikalische Informationen, im wesentlichen also Informationen über die vom Verb geforderten Argumente, erst zur Überprüfung der gewählten Analyse genutzt werden, und nicht, wie von der *lexical proposal hypothesis* postuliert, bereits bei der Auswahl der geeigneten Analyse eine Rolle spielen.

Mitchell (1987) benutzte obligatorisch und optional intransitive Verben, um die Hypothesen zu untersuchen. Bei einer Aufgabe mit dem Paradigma des selbstgetakteten Lesens benutzte er Sätze vom Typ

(17a) *After the audience had applauded the actors / sat down for a welldeserved drink.*

(17b) *After the audience had departed the actors / sat down for a welldeserved drink.*

*Applauded* ist optional intransitiv, kann aber auch transitiv genutzt werden, *departed* hingegen ist obligatorisch intransitiv. Nach MA sollte (17a) die präferierte Lesart sein, da hier die NP *the actors* an das Verb gebunden wird und nicht das Subjekt eines neuen (Haupt-) Satzes darstellt.

Im ersten Teil des Satzes (17b) (vor dem Schrägstrich) zeigten sich längere Lesezeiten als im entsprechenden Teil des Satzes (17a), für die hinteren Teile der Sätze (nach dem Schrägstrich) waren die Ergebnisse genau umgekehrt. Die VPn haben also im Satz (17b) eine Reanalyse bereits im ersten Teil durchgeführt, möglich aufgrund der eindeutigen Intransitivität von *departed*, im Fall (17a) war dies jedoch erst nach Auflösung der vorliegenden Ambiguität möglich. In beiden Fällen war jedoch offensichtlich eine transitive Interpretation des Verbs vorgenommen worden, was für einen themati-

schen Processor spricht, der erst in einem zweiten Prozessschritt zur Überprüfung der Analyseergebnisse herangezogen wird.

Eine Ergänzung des *garden path* Modells, die *Construal* Hypothese, anhand derer offensichtlich vorhandene Einflüsse nicht-syntaktischer Faktoren auf Anbindungspräferenzen erklärt werden, soll ebenfalls anhand von Relativsatzkonstruktionen dargestellt werden.

### 3.1.2 Construal

Andere Relativsatzkonstruktionen wie

(18) *The daughter of the colonel who was standing on the balcony.*

bieten ebenfalls zwei Möglichkeiten der syntaktischen Analyse. Sowohl die erste NP *the daughter* wie auch die NP der Präpositionalphrase, *the colonel*, können Subjekt des Relativsatzes sein. Da beide Strukturen von gleicher Komplexität und Knotenanzahl im Phrasenstrukturbaum sind, nach MA also keine Entscheidung getroffen werden kann, sollte hier nach Frazier das Prinzip *late closure* (späte Anbindung) gelten. Jedes neu eintreffende item sollte also dem Satzglied zugordnet werden, das vom niedrigsten S-Knoten dominiert wird. Der Relativsatz sollte also von der NP der PP, *the colonel*, dominiert werden.

Diese Vorhersage konnte aber in englischsprachigen Experimenten nicht klar bestätigt werden (Clifton 1988, Mitchell & Cuetos 1991). Im Spanischen zeigte sich sogar eine Tendenz dazu, den Relativsatz an das erste Nomen des Satzes, im Beispiel (18) *the daughter*, anzubinden (Cuetos & Mitchell 1988). Diese Präferenz zeigte sich aber nur für Sätze vom oben beschriebener Struktur (NP-P-NP).

Die Interpretation dieses Phänomens, die letztlich zur Ergänzung des *garden path* Modells durch die *construal hypothesis* (Frazier & Clifton 1996) führte, lautet, daß die Anbindung von Relativsätzen Prinzipien jenseits des *garden path* Modells folgt. Hierbei spielen lexikalische und semantische Eigenschaften des Satzes dann sehr wohl eine Rolle. Konkret auf die Relativsätze bezogen wird postuliert, daß eine Anbindung des Relativsatzes an das Nomen der PP dann am wahrscheinlichsten ist, wenn dieses

Nomen einen bestimmten Artikel hat und die PP eingeleitet ist durch eine Präposition mit semantischem Gehalt<sup>11</sup>(Clifton 1988).

Entscheidend ist somit die Art der zur Anbindung zur Verfügung stehenden Phrasenköpfe, also der potentiellen Subjekte des Relativsatzes. Hierbei gilt u.a. das Kriterium, ob dieser Kopf sich in der gleichen thematischen Domäne wie der Relativsatz befindet, d.h., durch die vorhergehende Phrase wird eine Thetarolle für den Relativsatz eröffnet.

Frazier et al. postulieren eine Hierarchie von Anbindungspräferenzen, in der sich bei dem Teilsatz

(19) *the table of wood from Galicia...*

die stärkste Präferenz für eine Anbindung eines folgenden Relativsatzes an die erste NP findet. Für den Satz

(20) *the girl with the hat that looked funny...*

zeigte sich eine klare Präferenz dafür, einen nachfolgenden Relativsatz an die zweite NP zu binden. Diese unterschiedlichen Präferenzen werden durch die Eigenschaften der PP erklärt.

In Satz (19) wird die PP als Argument von NP<sub>1</sub> interpretiert, d.h., die thematische Rolle wird von *the table* vergeben. Im Beispiel (20) aber stellt das Nomen der PP ein Argument der Präposition dar, die Präposition *with* vergibt also hier die thematische Rolle. Die aktuell prozessierte Domäne (*current processing domain*) wird im ersten Fall somit von N<sub>1</sub>, im zweiten Fall von N<sub>2</sub> dargestellt.

Aufgrund der unterschiedlichen Ergebnisse über die Anbindungspräferenzen von Relativsätzen wird postuliert, daß diese nicht nach den Prinzipien des *garden path* Modells, sondern nach *construal* interpretiert werden. Hierbei wird der nach rein syntaktischen Kriterien stattfindenden Anbindung der Begriff der Assoziation gegenübergestellt.

Aus den oben beschriebenen Phänomenen und deren Interpretation ergeben sich folgende Prinzipien:

- a) i. *Associate a phrase XP that cannot be analyzed as instantiating a primary relation into the current thematic processing domain.*

---

<sup>11</sup> Präpositionen können als reine Funktionswörter, wie z.B. als Verbpartikel (*Peter hofft auf den Sommer*) ohne semantischen Gehalt wie auch als Inhaltswörter (*Peter legt das Buch auf den Stuhl*) mit klar semantischer Aussage auftreten (vgl. Friederici 1984).

ii. *Interpret XP within that domain using structural and non-structural (interpretive) principles.*

b) *Current thematic processing domain*

*The current thematic processing domain is the extended maximal projection of the last theta assigner. (Frazier 1996, 41-42)*

Die so verarbeiteten Strukturen sind grammatisch verzichtbar und stellen keine primären Relationen (*primary relations*) dar. Primäre Relationen werden zusammengefaßt als

a. Subjekt und Hauptverb eines jeden finiten Satzes

b. Komplemente und obligatorische Konstituenten primärer Phrasen

(Frazier und Clifton 1996, S. 41)

Ein nicht strukturelles Prinzip, nach welchem die Assoziation von Relativsätzen an eine von zwei potentiellen Phrasenköpfen vorgenommen wird, wird aufgrund der Daten entwickelt, die nahelegen, daß das Vorhandensein eines definiten Artikels zu einer Präferenz für die Anbindung des Relativsatzes an das Nomen der PP führt:

*Referentiality principle*

*The heads of some maximal projections are „referential“ in the sense that they introduce entities (e.g. discourse participants) into the discourse model (at least temporarily) or correspond to already existing discourse entities. Restrictive modifiers (e.g. restrictive relative clauses) preferentially seek hosts that are referential in this sense. (Frazier et al. 1996, S. 74)*

Weiterhin folgt die Analyse solcher Konstituenten, die nach *construal* verarbeitet werden, auch pragmatischen Kriterien, z.B. *be clear and unambiguous* (Grice 1975). Ein Satz wie

(21) *The daughter of the colonel who is standing on the balcony.*

der in dem Sinne gemeint ist, daß die Tochter des Offiziers auf dem Balkon steht, würde nach diesem Prinzip anders konzipiert werden, nämlich *the colonel's daughter who...* Diese Annahme impliziert, daß der Relativsatz eher an die NP der PP angebunden wird.

## 3.2 Parallele Modelle

Altmann et al. (1988) entwickelten ihr Modell anhand von Untersuchungen mit *referential supporting context*, also referentiell unterstützenden Kontexten, die den kritischen strukturell ambigen Sätzen vorangestellt wurden.

Hierbei wird vom sogenannten Nullkontext der vorangegangenen Untersuchungen ausgegangen, d.h., die Sätze wurden den VPn in Isolation präsentiert. In Beispielen wie

(22a) *The psychologist told the woman that he was having trouble with her husband.*

(22b) *The psychologist told the woman that he was having trouble with to visit him again.*

besteht die Ambiguität darin, daß der Teilsatz *that he was having trouble with* einmal, wie im ersten Beispiel, als Komplement zum Verb *told* gelesen werden kann und einmal, wie im zweiten Beispiel, als reduzierter Relativsatz. Anhand dieser Sätze lassen sich bestimmte Präsuppositionen nachweisen. Im ersten Beispiel, das in isolierter Präsentation die präferierte Lesart ist (auch entsprechend MA) wird nur von einer Frau ausgegangen, die im Kontext eine Rolle spielt. Im zweiten Beispiel hingegen ist die Präsupposition enthalten, daß es sich um zwei Frauen handelt, von denen eine dem Psychologen Schwierigkeiten bereitet.

Die These von Altmann et al. lautet, daß die präferierte Lesart ambiger syntaktischer Strukturen diejenige ist, die am wenigsten Präsuppositionen voraussetzt. So werden modifizierende Nominalphrasen nicht bevorzugt, woraus folgt, daß bei syntaktisch ambigen Strukturen die Anbindung an Verbalphrasen gegenüber der Anbindung an Nominalphrasen bevorzugt wird. Die Interpretation als Komplementsatz wird gegenüber Interpretation als Relativsatz bevorzugt und die Lesart als Hauptsatz erweist sich als einfacher als die Analyse als reduzierter Relativsatz (vgl. hierzu auch Ferstl & Flores d'Arcais 1999). Nach der schwach interaktiven Theorie von Altmann et al. ist es jedoch möglich, durch einen referentiell unterstützenden Kontext die Präferenzen zu verändern, so daß die präferierte Lesart diejenige ist, die durch den Kontext unterstützt wird.

Durch Untersuchungen mit Grammatikalitätsbeurteilungen durch die Probanden konnte Crain (1985) nachweisen, daß durch Kontexte wie

(23a) *A psychologist was counselling a man and a woman. He was worried about one of them but not about the other.*

(23b) *A psychologist was counselling two women. He was worried about one of them but not about the other.*

die Präferenz der VPn für eine der beiden Analysen verändert werden konnte. Mit dem Kontextsatz (23b) war es möglich, den Versuchspersonen die Verarbeitung des reduzierten Relativsatzes (22b) so zu erleichtern, daß er häufiger als (22a) als syntaktisch korrekt beurteilt wurde. Die Präferenz konnte durch den Kontext sogar umgekehrt werden.

Der erste Kontext unterstützt dabei die Komplement-Lesart, der zweite die Lesart als reduzierter Relativsatz. Die kontrastierenden Kontexte werden dabei als Minimalpaare bezeichnet, wobei der Unterschied lediglich in der Anzahl der präsupponierten Frauen besteht.

Crain et al. (1985) und Altmann et al. (1988) haben aufgrund dieser Daten ein schwach interaktives paralleles Parsingmodell entwickelt, in dem mehrere mögliche syntaktische Analysen erstellt werden, um sie inkrementell einer semantischen Kontrolle zu unterziehen. Auf der semantischen Ebene fällt eine Entscheidung für eine passende Analyse, die dann durch *feedback* (Kommunikation einer späteren Verarbeitungsebene in Richtung einer vorhergehenden) dem Parser zugänglich gemacht wird. Die Berechnung der nicht präferierten Strukturen wird dann beendet, es bleibt nur noch eine übrig. Der Kontext beeinflußt also nicht im Voraus die Lesart ambiger Sätze, sondern erst während der inkrementellen Verarbeitung der einzelnen Phrasen. Die semantische Verarbeitung liegt dabei zeitlich sehr eng an der syntaktischen Analyse, es ist somit sehr schnell möglich, eine begonnene Analyse aufgrund von rückwärts gerichteter semantisch-pragmatischer Information abubrechen.

Hickok (1993) berichtet über Daten, die dafür sprechen, daß auch die nicht-präferierte Lesart von Sätzen, die in einem *garden path* Effekt resultieren, parallel zu der präferierten Form berechnet wird. Hickok bediente sich hierzu eines Paradigmas, mit dem an der Position einer *trace* oder Spur, an der eine Koindizierung mit der entsprechenden vorhergehenden NP angenommen wird, gezeigt werden kann, daß eine Reaktivierung dieser NP stattfindet. Hickok benutzt in seinem Experiment Sätze vom Typ

(24a) *The psychologist told the wife that the man from South Boston bumped a tourist on the sidewalk*

Bsp. (24a) stellt die bevorzugte Lesart dar, der Satz kann nach dem Verb *bumped* jedoch auch als Relativsatz weitergeführt werden:

(24b) *The psychologist told the wife that the man from South Boston bumped <sub>t</sub> that her car was stolen.*

(*t* bezeichnet hier die Stelle der trace.) Nachweisbar ist die erste syntaktische Konstruktion nicht nur leichter zu verarbeiten; in einem *off line* Test zeigte sich sogar, daß die zweite Struktur häufig für ungrammatisch gehalten wird.

Der *gap* (Leerstelle) an der mit *t* bezeichneten Position ist koindiziert mit dem Objekt des Hauptsatzes, *the wife*.

Hickok präsentierte seinen VPn nur Sätze des präferierten Typs auditiv.

Mittels einer lexikalen Entscheidungsaufgabe, an der die Vpn zu *wife* assoziierte oder unrelatierte Wörter visuell präsentiert bekamen, und zwar sowohl an der Position der potentiellen Leerstelle wie auch als Kontrollbedingung dem Verb vorangestellt, konnte gezeigt werden, daß in der postverbalen Position die Entscheidungszeiten für relatierte Items signifikant geringer waren als für nichtrelatierte. Dies war jedoch nicht an der präverbalen Position der Fall.

Diese Ergebnisse sprechen somit dafür, daß nicht nur die präferierte, sondern auch die mögliche, aber nicht präferierte Struktur berechnet wurde.

Auf Grundlage dieser Daten verändert Hickock das Modell von Altmann et al. Dahingehend, daß der semantische *loop* zurück zur Syntax entfällt. An der späten Position der Leerstelle hätte nach dem oben beschriebenen Modell eine Entscheidung schon lange gefallen sein müssen, nachweisbar wurde hier aber noch die nicht präferierte Struktur berechnet. Es ist allerdings fraglich, ob die hier gefundenen Ergebnisse nicht als *priming* Effekte auf Wortebene zu werten sind.

Hickok schlägt ein Modell vor, in dem ebenfalls parallel erstellte Analysemöglichkeiten inkrementell an die semantische Verarbeitungsebene weitergeleitet werden. An dieser Stelle wird die Entscheidung für eine Struktur getroffen, während der Parser die Berechnung der Alternativstrukturen weiterhin verfolgt. Da diese aber nicht an die nächsthöheren Verarbeitungsebenen weitergeleitet werden, können sie auch nur schwer interpretiert werden.

Spivey & Tanenhaus (1998) entwickelten in einer Computersimulation ein Modell, indem die parallel erstellten Strukturen unterschiedlich gewichtet werden, in Abhängig-

keit von der Frequenz, in der bestimmte lexikalische Items in einer syntaktischen Umgebung auftreten (vgl. auch Abschnitt 3.3, *constraint based models*). Hierdurch wird die Wahrscheinlichkeit für eine der beiden Analysen berechnet. Zusätzlich und interagierend mit der Frequenzinformation werden kontextuelle Einflüsse in die Analyse mit einbezogen.

Es wurden Sätze getestet, die bis zum Verb ambig zwischen einem reduzierten Relativsatz und einem normalen Hauptsatz sind.

(25) *The actress selected...*

Zusätzlich wurden Kontextsätze dargeboten, die die Erwartung bezüglich einer der beiden Konstruktionen wecken sollten. Hierfür wurden ein möglicher Referent bzw. zwei mögliche Referenten eingeführt.

(26a) *An actress and the producer's niece were auditioning for a play. The director selected the actress but not the niece.*

(26b) *Two actresses were auditioning for a play. The director selected one of the actresses but not the other.*

Es zeigte sich, daß diese Kontextsätze einen deutlichen Einfluß auf die Verarbeitung der nicht präferierten reduzierten Relativsatzstrukturen hatte, in den Fällen, in denen diese durch einen Satz mit zwei Referenten eingeführt wurden, unterschieden sich die Lesezeiten für die Sätze nicht von denen der nicht ambigen Kontrollsätze. In einem weiteren Experiment wurde die Interaktion von diesem als *global* bezeichneten Kontext mit dem *lokalen* Kontext untersucht, d.h., der Frequenzinformation des betreffenden Verbes bezüglich des Vorkommens als Partizip- oder Imperfektform. Die Vorhersage war, daß in einem kompetitiven Modell sowohl das Verb und die Frequenz, in der es in einer bestimmten syntaktischen Form auftritt, als auch der globale Kontext eine meßbare Rolle spielen. Neben der Tatsache, daß der globale Kontext, in dem zwei Referenten eingeführt werden, eine Erleichterung bei der Verarbeitung der Relativsatzstruktur bewirkt, sollten sich auch Frequenzeffekte oben beschriebener Art zeigen. Auch wenn ein Zwei-Referenten-Kontext vorausging, sollten sich schnellere Lesezeiten für Sätze mit Verben finden, die häufig als Partizip benutzt werden, als bei Sätzen mit Verben, die eher in der Aktivform und seltener als Partizip auftreten. Diese Vorhersagen bestätigten sich sowohl für die ambige wie auch die nicht ambige Region.

Vor diesem Hintergrund entwickelten Spivey et al. ein Modell, in dem die parallel erstellten Analysen von ambigen Sätzen je nach Intensität, mit der sie durch Vorgaben

unterstützt werden, unterschiedlich gewichtet werden. Sie befinden sich in einem kompetitiven Verhältnis miteinander, d.h., je mehr Unterstützung eine Analyse erhält, desto weniger bekommt die andere. Eine stärkere Unterstützung der letztendlichen Analyse ambiger Strukturen erleichtert also deutlich deren Verarbeitung.<sup>12</sup>

Modelle, in denen davon ausgegangen wird, daß bis zur syntaktischen oder aber auch semantischen Desambiguierung ambiger Sätze in gleichem Maße alle potentiellen Analysen berechnet werden, können in Anbetracht der beobachteten *garden path* Effekte kaum aufrechterhalten werden.

Die schwach interaktiven Modelle hingegen, die eine serielle syntaktische Verarbeitung postulieren, die zeitlich dicht einer semantischen Analyse unterzogen wird, können auch *garden path* Effekte erklären. Auch in diesen Modellen wird davon ausgegangen, daß es bei Darbietung ambiger Sätze eine präferierte Analyse gibt, wenn auch nicht auf rein struktureller Grundlage, sondern aufgrund von inhaltlichen Präsuppositionen. Somit sind auch Reanalyseeffekte möglich. Die Voraussagen der schwach interaktiven Modelle sind jedoch schwer von denen der *garden path* Modelle abzugrenzen, zumal sich in einem großen Teil der empirischen Untersuchungen keine Effekte in der ambigen Region gezeigt haben, die darauf hinweisen, daß hier durch die größere Belastung kognitiver Ressourcen längere Lesezeiten resultieren (vgl. auch Mitchell 1994). Andere Vorhersagen diesbezüglich treffen jedoch die Modelle, in denen davon ausgegangen wird, daß einschränkende Vorgaben die Entscheidung für eine von zwei möglichen Analysen initial beeinflussen.

### 3.3 Modelle mit einschränkenden Vorgaben für die syntaktische Analyse (*constraint based*)

In den in diesem Abschnitt diskutierten Modellen wird davon ausgegangen, daß aufgrund von Informationen nicht struktureller Art am Beginn der ambigen Region eine Entscheidung über die anzulegende syntaktische Analyse gefällt werden kann. Neben den im folgenden zu diskutierenden neueren Modellen, die einschränkende Vorgaben für die syntaktische Analyse eines Satzes annehmen, wird auch in den Annahmen von Taraban & McClelland (1988) von einer initialen Entscheidung für eine von zwei potentiellen Analysen aufgrund semantisch-lexikalischer und kontextueller Information ausgegangen.

---

<sup>12</sup> zur Diskussion kompetitiver und nicht-kompetitiver Modelle s. auch Gibson & Pearlmutter (2000) und Pearlmutter & Mendelsohn (1999).

Taraban et al. untersuchten die gleichen Satzstrukturen wie Rayner et al. (1983, vgl. Abschnitt 3.1). Hier hatten sich verlängerte Lesezeiten für die desambiguierende Region bei Sätzen vom Typ

(27) *The spy saw the cop with the revolver.*

gefunden. Dies wurde darauf zurückgeführt, daß sich durch die semantischen Merkmale der NP *the revolver* die bereits angelegte Struktur, MA folgend die Integration der PP in die VP, als falsch herausstellte und die VPn eine Reanalyse des Satzes vornehmen mußten. Taraban et al. konstruierten Sätze gleicher Struktur, aber mit anderen semantischen Merkmalen. Durch die Wahl der syntaktischen Objekte sollten unterschiedliche Erwartungen an die folgende Konstituente geweckt werden.

(28a) *The reporter exposed corruption in the article.* (MA, aber entgegen der Semantik des Wortes *corruption*)

(28b) *The reporter exposed corruption in the government.* (nicht MA, aber der Semantik von *corruption* entsprechend).

Gemeinsam mit einer Replikation des Experimentes von Rayner et al. (1983) wurden in einer Aufgabe, in der die VPn Wort für Wort auf Knopfdruck die Sätze präsentiert bekamen (selbstgetaktetes Lesen), Sätze vom Typ (28) untersucht. Die Lesezeiten für die Sätze vom Typ (27) entsprachen den Erwartungen des *garden path* Modells, d.h., eine Desambiguierung entgegen der von MA postulierten Lesart führte zu längeren Lesezeiten in der desambiguierenden Region. Nicht jedoch bei den Sätzen von Taraban et al. (28a,b). Hier zeigten sich umgekehrt kürzere Lesezeiten in der desambiguierenden Region, wenn die Semantik der PP den Erwartungen, die durch das Objektno-men geweckt wurden, entsprach als wenn sie es nicht tat, unabhängig von der durch MA präferierten Anbindung. Hieraus wurde die Schlußfolgerung gezogen, daß in den Sätzen von Rayner et al. (1983) durch das Objekt die Erwartung einer NP, die an die VP angebunden wird, geweckt wurde, die Effekte also nicht durch rein syntaktische Prinzipien erklärbar seien.

Der Einfluß semantischer Informationen auf die syntaktische Analyse ist demnach nicht erst in einem zweiten Verarbeitungsschritt, sondern bereits vor der initialen strukturellen Analyse anzusiedeln.

In einem weiteren Experiment variierten Taraban & McClelland die NP der jeweils gleichen PP in vier unterschiedlichen Bedingungen.

(29) *The janitor cleaned the storage area with the a) broom b) solvent c) manager d) odor.*

Bedingung a) entspricht hierbei vollständig den durch den Satzanfang geweckten Erwartungen, sowohl hinsichtlich der thematischen Rolle wie auch der syntaktischen Anbindung. b) hingegen entspricht zwar der erwarteten syntaktischen Anbindung und auch der thematischen Rolle, enthält aber ein unerwartetes Nomen. In Bedingung c) werden die Erwartungen hinsichtlich der thematischen Rolle verletzt, die syntaktische Anbindung bleibt aber die gleiche. In d) schließlich widerspricht das Nomen der PP sowohl der erwarteten thematischen Rolle wie auch der erwarteten syntaktischen Anbindung.

Wiederum wurde das Paradigma des selbstgetakteten Lesens verwendet. In den Ergebnissen zeigte sich, daß sich die Lesezeiten in den desambiguierenden Regionen der Bedingungen c) und d) nicht überzufällig voneinander unterschieden; sehr wohl aber unterschieden sich beide Bedingungen bezüglich ihrer Lesezeiten deutlich von den Bedingungen a) und b). Hieraus wurde geschlossen, daß neben der Erstellung einer syntaktischen auch eine semantisch-konzeptuelle Repräsentation des Satzes erstellt wird, beide können sich gegenseitig beeinflussen. Semantische Einflüsse initiieren also die Erstellung der syntaktischen Struktur, u.a. durch die Erwartung einer bestimmten thematischen Rolle, was auch zu der Erwartung einer mit dieser Rolle zusammenhängenden syntaktischen Anbindung führt.

Zu den interaktiven Modellen, die einen *bias* für eine der möglichen syntaktischen Analysen enthalten, gehören auch die *constraint based models* (MacDonald, Pearlmutter & Seidenberg 1994, MacDonald 1997, Trueswell, Tanenhaus & Garnsey 1994<sup>13</sup>).

In diesem Modell bildet die Grundlage für die syntaktische Verarbeitung nicht der Parser, der aufgrund struktureller Regeln und Prinzipien eine Strukturanalyse des zu verarbeitenden Inputs erstellt. Vielmehr stehen die lexikalischen Eigenschaften und Informationen der Wörter eines Satzes im Zentrum dieses Ansatzes. Aufgrund von im mentalen Lexikon abgespeicherten Informationen werden Strukturanalysen vorgeschlagen und verworfen.

Kurz zusammengefaßt sind die wesentlichen Kriterien, die bei der Auswahl der Analyse für syntaktisch ambige Sätze aufgrund der lexikalischen Eigenschaften der Wörter des Satzes eine Rolle spielen, deren Vorkommenshäufigkeit (Frequenz) in einer bestimmten syntaktischen Funktion, die Vorkommenshäufigkeit bestimmter Wörter

---

<sup>13</sup> Zur kritischen Diskussion dieser Modelle vgl. auch Frazier 1995

gemeinsam mit anderen Wörtern oder Satzgliedern in einer bestimmten grammatischen Konstruktion sowie die Argument- (solche werden auch für Nomen angenommen) und X-bar-Strukturen.<sup>14</sup>

Diese Informationen unterschiedlicher Art führen zu einer Entscheidung für eine der beiden möglichen syntaktischen Analysen direkt beim Auftreten der Ambiguität und bevor mit der Strukturerstellung überhaupt begonnen wird.

Erste Belege für diese Annahmen stammen aus der Forschung über die Verarbeitung von Wörtern. Im Gegensatz zu Swinneys (1979) Ergebnissen, nach denen unabhängig vom Kontext immer beide Formen eines ambigen Wortes wie *ant* (Wanze) aktiviert werden, zeigten weitere Untersuchungen Einflüsse der Frequenz der beiden Bedeutungen eines Wortes (Rayner & Duffy 1986, Duffy, Morris & Rayner 1988). Vor dem Hintergrund der Annahme, daß von Swinney hauptsächlich Wörter untersucht worden waren, deren beide Bedeutungen eine ungefähr gleiche Frequenz aufwiesen, verwendeten sie in ihren Experimenten Wörter, deren zwei Bedeutungen deutlich unterschiedliche Frequenz zeigten und daneben, ebenso wie Swinney, Wörter, deren beide Interpretationen gleichfrequent waren. Für diese letzteren Wörter zeigte sich in den Bedingungen mit Kontextsätzen, die keinen *bias* für eine der beiden Lesarten aufwiesen, verlängerte Lesezeiten im Vergleich mit nicht ambigen Wörtern, was als Hinweis auf eine Aktivierung beider Lesarten gewertet wurde. Es gab jedoch auch Bedingungen, in denen die Kontextsätze einen *bias* für eine der beiden Bedeutungen hatten. Im Gegensatz zu den Sätzen von Swinney wurden jedoch in diesen Kontextsätzen keine semantisch ähnlichen Wörter verwendet. Nun zeigten sich Kontexteffekte für Wörter mit gleichfrequenten Bedeutungen, d.h., mit einem Kontextsatz, der eine der beiden Interpretationen nahelegte, zeigten sich für die ambigen gegenüber den nicht ambigen Kontrollwörtern keine verlängerten Lesezeiten. Bei Wörtern mit einer hoch- und einer niedrigfrequenten Bedeutung zeigten sich in neutralen Kontexten ebenfalls keine verlängerten Lesezeiten gegenüber nicht ambigen Wörtern, es wurde also anscheinend nur auf die hochfrequente Bedeutung zugegriffen. In den Bedingungen allerdings, in denen der Kontext die niedrigfrequente von zwei nicht gleichhäufigen Bedeutungen nahelegte, zeigten sich verlängerte Lesezeiten gegenüber der nicht ambigen Kontrollbedingung, was auf eine Aktivierung beider Konzepte schließen läßt. Somit ist es offenbar nicht möglich, durch einen Kontextsatz den Faktor der Frequenz einer der beiden Bedeutungen auszuschalten. Diese scheint bei der Erstellung der Repräsentation eines Satzes die größere Bedeutung zu haben.

---

<sup>14</sup> s. hierzu auch die Beiträge der lexical funktional grammar (Bresnan, 1978, Bresnan & Kaplan 1982)

Eine solche Annahme spielt auch bezüglich der Analyse syntaktisch ambiger Sätze eine zentrale Rolle.

Lexikalische Informationen der Wörter, die eine syntaktische Ambiguität bedingen, stellen in dieser Theorie auch die Basis für den Umgang mit einer solchen Ambiguität dar. Zu diesen Informationen gehören die phonologische und die orthographische Form des Wortes, grammatische (Tempus, Transitivität und Modalität) und morphologische Informationen sowie die X-bar- und Argumentstruktur<sup>15</sup>. Eine Argumentstruktur wird hierbei nicht nur für Verben und Präpositionen, sondern auch für Nomen und Adjektive angenommen. Diese enthält nicht nur Erwartungen im Hinblick auf die syntaktische Kategorie, sondern auch bezüglich der thematischen Rollen der zu besetzenden Argumente. Weiterhin gehören zu den automatisch zur Verfügung stehenden Informationen eines Wortes auch solche über dessen Frequenz im Sprachgebrauch. Bei ambigen Wörtern gibt es solche Informationen für beide in Frage kommenden Bedeutungen. Ambiguität kann auf unterschiedlichen Ebenen der lexikalischen Repräsentation der Wörter auftreten. So können Wörter bezüglich ihrer Zeitform ambig sein, nicht aber bezüglich ihrer Transitivität, wie z.B. *examined* (ambig zwischen Imperfekt und Partizip II, aber in beiden Fällen transitiv). Anders ist es bei *raced* (die Partizipform kann nicht übersetzt werden). Hier besteht eine Ambiguität sowohl bezüglich der Zeitform wie auch der Transitivität. Beide Verben haben jedoch gemeinsam, daß sie im Imperfekt aktivisch, als Partizip passivisch verwendet werden.

Die Auflösung einer syntaktischen Ambiguität wie

(30a) *The horse raced past the barn.* oder

(30b) *The evidence examined by the lawyer.*

besteht nach MacDonald et al. darin, die Ambiguitäten auf verschiedenen Ebenen aufzulösen. Die Ebenen stehen auch in Verbindung miteinander; so wird in diesem Modell über die Information, welche Zeitform für das entsprechende Verb die korrekte ist, auch die hiermit verbundene Modalität aktiviert.

Der Verstehensprozess für Sätze wird somit als Berechnung der in Frage kommenden Repräsentation aufgefaßt.

Eine zentrale Rolle bei der Desambiguierung syntaktisch ambiger Sätze wird dabei der Frequenz zugeschrieben, in der Wörter (im folgenden Beispiel Verben) in einer bestimmten syntaktischen Umgebung vorkommen.

---

<sup>15</sup> vgl. hierzu Kap. 5 der vorliegenden Arbeit

Vor dem Hintergrund einer aktivationsbasierten Architektur des Modells ist auch die Information über die Frequenz der in Frage kommenden Interpretationen eines Wortes zugänglich. Die Frequenz bestimmt den Grad der Aktivierung einer Interpretation.

So werden für die Verben *enjoyed*, *examined* und *reviewed* in Francis & Kuceras (1982) unterschiedliche Häufigkeiten angegeben, in der diese als Imperfekt- bzw. Partizipialform verwendet werden. Während *enjoyed* deutlich häufiger als Imperfektform als als Partizip benützt wird, steht *reviewed* in einem Großteil der Fälle in Partizipialkonstruktionen. Bei *examined* hingegen zeigt sich ein ausgewogenes Verhältnis. Die Vorhersage des Modells von MacDonald et al. (1994) wäre daher, daß sich in einem Satz wie

(31) *The performance enjoyed / reviewed by the critics was a great success.*

je nach verwendetem Verb unterschiedliche Präferenzen für die Anlage einer syntaktischen Analyse zeigen.

Kontextuelle Einflüsse auf die Desambiguierung syntaktisch ambiger Sätze sind in diesem Modell möglich und werden graduell abgestuft: starke Kontexte desambiguieren auf mehreren Ebenen der syntaktischen Repräsentation, schwache nur auf einer einzigen. Daß ein kontextueller Einfluß auf allen Ebenen die Ambiguität auflöst, ist ausgesprochen selten, so daß lexikalische Informationen die Verarbeitung ambiger Sätze trotz kontextueller Einflüsse dominieren.

Um das bisher abstrakt dargestellte an konkreten Beispielen zu verdeutlichen, soll es im folgenden auf die häufig untersuchten Ambiguitäten zwischen einfachen Aktiv- und reduzierten Relativsätzen angewandt werden.

Das Verb in

(32) *The witness examined...*

ist ambig bezüglich Tempus (zwischen Imperfekt und Partizip II), somit auch bezüglich der Argumentstruktur (*witness* kann das Subjekt eines Hauptsatzes, aber auch zusätzlich Objekt eines reduzierten Relativsatzes sein), der Modalität (*examined* kann passivisch oder aktiv interpretiert werden) und der Zuweisung weiterer thematischer Rollen (*witness* als agens oder patiens). Nicht ambig jedoch ist das Verb bezüglich der Transitivität.

Trueswell et al. (1994) führten eine Untersuchung durch, die in erster Instanz eine Replikation der Untersuchung von Ferreira und Clifton (1986) darstellte. Mittels der

Analyse der Augenbewegungen der Versuchspersonen beim Lesen von Sätzen sollte untersucht werden, ob und inwieweit Faktoren wie z.B. die Häufigkeit bestimmter syntaktischer Konstruktionen (im Vergleich mit ihrer Alternative bei strukturell ambigen Sätzen) mit semantischen Faktoren (hier belebte vs. nicht belebte Nominalphrasen) interagieren.

Es wurde mit reduzierten und nicht reduzierten Relativsätzen gearbeitet. Im Englischen weisen regelmäßig konjugierte Verben eine Ambiguität der Oberflächenform zwischen Imperfekt und Partizip II auf, d.h., ein Satzanfang wie

(33) *The defendant examined...*

kann als aktiver Hauptsatz weitergeführt werden, in dem NP *the defendant* die Subjektposition und die thematische Rolle des Agens einnimmt. Es kann sich aber auch um den Anfang eines reduzierten Relativsatzes handeln wie in (34a), wo die erste NP das Objekt zum Verb ist und somit *patiens*:

(34a) *The defendant examined by the lawyer turned out to be unreliable.*

Je nach semantischen Merkmalen der ersten NP des Satzes ist dieser eher als Subjekt bzw. *agens* oder aber als Objekt bzw. *patiens* geeignet. Belebte Nomen treten eher als *agens* und somit als Subjekt auf als unbelebte. Das heißt, wenn thematische Informationen bei der grammatischen Analyse einen Einfluß zeigen, sollte ein Satz wie

(34b) *The evidence examined by the lawyer turned out to be unreliable.*

leichter als Relativsatz zu interpretieren sein. Die Auflösung der Ambiguität findet auf dem Wort *by* statt. Hier sollten sich auch eventuelle Reanalyseeffekte zeigen. Leichter zu verarbeiten sollten allerdings nicht reduzierte Relativsätze sein wie

(34c) *The defendant / evidence that was examined by the lawyer turned out to be unreliable.*

Diese Vorhersage treffen sowohl serielle wie auch interaktive Modelle, wenn auch aus unterschiedlichen Gründen. Die seriellen Modelle gehen nach dem Prinzip MA davon aus, daß die ambige Region als Anfang eines Hauptsatzes und somit als Subjekt-Verb-Kombination interpretiert wird, weil hierfür weniger Knoten angelegt werden müssen als bei einer Analyse eines reduzierten Relativsatzes und der Hauptsatz somit syntaktisch weniger komplex ist.

Die *constraint based* Modelle begründen die Bevorzugung der Hauptsatzanalyse mit deren häufigerem Vorkommen.

Für serielle Modelle spielt es keine Rolle, welche semantischen Merkmale das erste Nomen trägt, wohl aber für interaktive Modelle. Die *constraint based* Modelle gehen davon aus, daß zwar die erhöhte Häufigkeit von Aktiv- gegenüber reduzierten Relativsätzen zur automatischen Berechnung eines Aktivsatzes bei der strukturellen Analyse führen sollte. Diese Tendenz sollte jedoch überwunden oder zumindest wahrnehmbar gestört werden durch ein erstes Nomen, das nicht belebt und somit wenig geeignet für die Subjektposition eines Aktivsatzes ist. Somit sollten reduzierte Relativsätze mit unbelebten Subjekten leichter zu verarbeiten sein als solche mit belebten Subjekten. Dies sollte sich auch in einer Interaktion der Faktoren Belebtheit/Unbelebtheit und reduzierter/nicht reduzierter Relativsatz niederschlagen.

Die Untersuchung von Ferreira et al. zeigte für die reduzierten Relativsätze keine unterschiedlichen Lesezeiten in Abhängigkeit von den semantischen Merkmalen des ersten Nomens. Vielmehr zeigten sich Verarbeitungsschwierigkeiten für beide Bedingungen mit reduzierten Relativsätzen im Vergleich mit nicht reduzierten.

Trueswell et al. (1994) replizierten die Untersuchung von Ferreira et al., wobei sie ebenfalls die Blickbewegungen der VPn erfaßten.

Es wurden jedoch im Versuchsdesign Änderungen vorgenommen: So kritisierten Trueswell et al., daß im Stimulusmaterial von Ferreira et al. die unbelebten Nomen durchaus als Subjekte für eine Weiterführung der Struktur als Aktivsatz geeignet waren (*The trash smelled...*). Um die Vorhersagen des *constraint based* Modelle zu testen, waren nach Meinung der Autoren Nomen nötig, die mit der Argumentstruktur eines Aktivsatzes inkompatibel sind.

Der zweite Kritikpunkt betraf die visuelle Darbietung der kritischen Sätze im Experiment. Ferreira et al. hatten zur Vereinheitlichung der Darstellung aller Bedingungen die desambiguierende Region immer in die zweite Zeile gesetzt, was dazu führte, daß der erste Teil der reduzierten Relativsätze im Gegensatz zu dem der nicht reduzierten lange vor dem Ende des Bildschirms abbrach, was ebenfalls längere Lesezeiten verursacht haben könnte. Deshalb wurde es in der Replikation ermöglicht, den gesamten Satz in einer Zeile darzubieten.

Der dritte Kritikpunkt betraf die von Ferreira et al. verwendete *baseline* in der Untersuchung. Hier wurden die Lesezeiten für die nicht reduzierten Relativsätze als Basis für den Vergleich mit den reduzierten Sätzen genommen. Kürzere Lesezeiten für nicht

reduzierte Relativsätze lassen sich nach Trueswell et al. aber auch durch andere als syntaktische Faktoren erklären. Deshalb wurden in der hier darzustellenden Untersuchung reduzierte Relativsätze mit Verben, die bezüglich des Tempus nicht ambig sind (*to draw, drew, drawn*), als Grundlage für die Vergleiche der kritischen Bedingungen genommen.

Mit dem so veränderten Stimulusmaterial und Experimentaldesign unterstützten zwei Experimente die Vorhersagen der *constraint based* Modelle. Hier zeigten reduzierte Relativsätze mit belebter erster NP längere Lesezeiten (im *first* und *second pass*, grob gesagt werden hiermit der erste, vorwärtsgerichtete Lesevorgang und rückwärtsgerichtetes, kontrollierendes Lesen bezeichnet) verglichen mit nicht reduzierten Relativsätzen mit ebenfalls belebter erster NP und verglichen mit den Lesezeiten für reduzierte Relativsätze mit nicht belebter erster NP.

Reduzierte Relativsätze mit nicht belebter erster NP hingegen zeigten ähnliche Lesezeiten wie nicht reduzierte, wobei sich aber hier größere Schwierigkeiten mit reduzierten Sätzen zeigten. Diese fanden sich tendenziell auch bei Kontrollätzen mit eindeutig konjugierten Verben wie z.B. *draw (drew, drawn)*.

Über beide Experimente hinweg fand sich auch eine Interaktion zwischen den experimentellen Faktoren.

Zusammengefaßt entwickeln Trueswell et al. aus den Daten ein Modell, in dem bei Vorliegen syntaktischer Ambiguitäten beide (bzw. alle) potentiellen Strukturen Aktivierung erhalten. Diese Aktivierung verteilt sich jedoch nicht gleichmäßig, sondern abhängig von bestimmten *constraints*, also einschränkenden Vorgaben. Eine wesentliche Rolle spielt hierbei die Häufigkeit der Strukturen in der entsprechenden syntaktischen Umgebung. Abhängig von diesen Einschränkungen erhält dann eine potentielle strukturelle Analyse mehr Aktivierung als die anderen. Die syntaktische Umgebung ist in oben beschriebener Untersuchung die Verb-Argument-Struktur (vgl. hierzu auch Potter & Lombardi 1998). Die Aktivierung von Verbargumenten wiederum ist abhängig davon, inwieweit bereits bekannte Konstituenten für zu besetzende Argumente in Frage kommen, d.h., welche thematische Rolle und somit auch grammatische Funktion sie besetzen können<sup>16</sup>.

MacDonald et al. (1994) argumentieren aufgrund solcher Experimente und auch aufgrund von post-hoc-Untersuchungen von Experimenten, die als Beleg für die *garden path* Theorie gewertet wurden (d.h., es wurden Häufigkeitsanalysen für das verwen-

---

<sup>16</sup> *thematic fit*, s. hierzu auch McRae, Spivey-Knowlton & Tanenhaus 1998

dete Stimulusmaterial erstellt) dahingehend, daß die Frequenz bestimmter Wörter in einer der in Frage kommenden syntaktischen Umgebungen entscheidend ist für die anzulegende Analyse. Diese Entscheidung fällt direkt bei Vorlage der Ambiguität, es werden nicht mehrere Analysen zur Wahl gestellt. Der Faktor Frequenz hat dabei den stärksten Einfluß auf die Analyse, Kontexteinflüsse sind zwar möglich, führen aber zu Konflikten mit Frequenzinformationen, wenn diese einen starken *bias* für eine der beiden Interpretationen bedingen.

### 3.4 Verzögerungsmodelle

Die *delay-* oder *wait and see* Modelle gehen davon aus, daß beim Auftreten einer Struktur, die syntaktisch ambig ist, d.h., auf mehr als eine Art an die bereits erstellte Satzanalyse angebunden werden kann, zumindest einige Berechnungen unterbrochen werden, bis genügend Information vorhanden ist, um die korrekte Analyse zu erstellen. Nach Weinberg (1993) werden weiterhin Analysen berechnet, die möglichst mit beiden potentiellen Weiterführungen des Satzes kompatibel sind, nicht aber eine vollständige Integration durchgeführt.

Ein vollständiges Innehalten der strukturellen Satzanalyse ist nicht anzunehmen, da ja erkannt werden muß, wo a) eine Ambiguität vorliegt und wo b) diese Ambiguität aufgelöst wird.

Perfetti (1990) löst dieses Problem, indem er einen *cooperative language processor* bzw. *pieces parser* annimmt. Auch diesem Modell liegt die Vorstellung einer autonomen syntaktischen Prozesskomponente zugrunde, die jedoch eng und zeitlich dicht mit einem *thematic processor* zusammenarbeitet. In diesem Modell ist es möglich, bei ambigen Strukturen die Analyse zu unterbrechen, bis von einer semantisch kontextuellen Komponente genügend Information vorhanden ist, um eine korrekte Analyse zu erstellen.

Bei Sätzen, die in Isolation dargeboten werden, tritt der *garden path* Effekt ein.

Die semantische Hilfe, die in diesem Modell möglich ist, hat jedoch nur eine eingeschränkte Reichweite. So war die Anbindung von PPn wie in den Sätzen

(35a) *Peter read the books on the chair instead of lying in the bed.*

(35b) *Peter read the books on the chair instead of other books.*

durch Einbettung in einen Satzkontext deutlich leichter zu beeinflussen als die Analyse reduzierter Relativsätze wie

(36a) *The woman rushed to the hospital without taking her laundry.*

(36b) *The woman rushed to the hospital had given birth savely.*

Britt, Perfetti, Garrod & Rayner (1992, hierzu auch Rayner, Garrett, Perfetti 1992) begründen das damit, daß der thematische Prozessor nur nützlich bei der Anbindung von Argumenten innerhalb eines Teilsatzes ist, nicht jedoch dabei, über Teilsatzgrenzen hinweg Ambiguitäten aufzulösen.

Weinberg (1993) bezeichnet ihr Modell als *minimal commitment theory*. In diesem Terminus wird schon deutlich, daß die Analyse auch von strukturell ambigen Sätzen *on-line* weitergeführt wird, allerdings auf einem niedrigeren Niveau als bei nicht ambigen Strukturen. Das Modell ist deterministisch, grundlegendes Merkmal ist das Kriterium der *monotonicity*. D.h., dem Beginn einer im Bau befindlichen Satzanalyse können bei Vorlage von desambiguierendem Input Dominanzrelationen hinzugefügt werden, es ist aber nicht bzw. nur unter hohen kognitiven Kosten möglich, bereits erstellte Analysen rückgängig zu machen und neu zu berechnen.

*Garden path* Sätze werden als Strukturen bezeichnet, in denen die grundlegenden Ansprüche an deterministische Modelle, in diesem Fall Geschwindigkeit und Effizienz, nicht mehr erfüllt werden können. Die Ursache dafür liegt in der durch *garden path* Sätze induzierten Verletzung des *monotonicity*-Kriteriums.

Weinberg beschreibt die Komponenten des Parsers in Anlehnung an Chomsky (1981) als ein System von Prinzipien oder auch Modulen, die die möglichen Formen von Sätzen beschränken (hierzu auch Hemforth und Strube 1999). Diese sind die X-bar-Komponente, das Theta-Kriterium und der Kasusfilter (vgl. hierzu Kap. 5). Es wird also lexikalisches Wissen als Grundlage für die Erstellung grammatischer Strukturen angenommen.

Die beschriebenen Prinzipien werden aber nicht dazu verwendet, sämtliche Möglichkeiten der Weiterführung eines Satzes zu berechnen, es findet keine Vorausschau statt.

Vielmehr wird immer aktuell versucht, die Beschränkungen zu erfüllen. Z.B. wird ein potenzielles Verbarargument lieber ans Verb angebunden als daß eine Struktur erstellt wird, die das Theta-Kriterium nicht erfüllt. Diese minimale Berechnung von Satzstrukturen gewährleistet die Möglichkeit einer semantischen Kontrolle, die wiederum hilfreich bei der letztendlichen Strukturerstellung ist.

Nur auf diese Art lizenzierte Strukturen werden berechnet, andere, noch nicht durch die Lizenzierung abgesicherte Konstituenten zunächst noch nicht verarbeitet. Detailliert:

*The parser uses no lookahead. It scans tokens one word at a time and tries to shift a token onto the current phrase that it is building. If attachment to the current token is unlicensed, the phrase currently being built is reduced and the parser tries to shift the token onto a previously built phrase. (Weinberg 1993, S. 346)*

Der Begriff der Lizenzierung spielt in der Theorie eine wesentliche Rolle: Konstituenten müssen zunächst intern lizenziert werden, z.B. durch Kasusmarkierung, bevor sie mit einer anderen Phrase verbunden werden können. Diese Verbindung wiederum muß extern lizenziert sein (durch Theta-Rollen- oder Kasuszuweisung). Wenn Relationen nicht lizenziert werden können, können sie auch noch nicht erstellt werden, vielmehr wird in diesen Fällen auf desambiguierende Information gewartet.

Aus diesem Grund gibt es auch im Modell des *minimal commitment* syntaktische Präferenzen. So wird die Anbindung von Konstituenten als Verbargument, die lizenzierbar ist, einer Verarbeitung als Adjunkt vorgezogen.

Auch wird in einem Satz wie

(37) *I sang to the cat in the kitchen.*

die Anbindung der PP *in the kitchen* an das Verb der niedrigeren Anbindung an das Präpositionalobjekt vorgezogen, wie übrigens auch in anderen Modellen (bei Frazier nach MA, aber auch Abney 1989). Weinberg begründet diese Präferenz damit, daß niedrige Dominanzrelationen jederzeit hinzugefügt werden können, nicht aber höhere. Aus diesem Grund ist der Satz auch für die meisten Rezipienten problemlos.

Anders sieht es bei einem Satz wie

(38) *After Mary mended the sock ripped again.*

aus. Hier wird die NP *the sock* zunächst als Verbargument in einem Nebensatz analysiert. Eine spätere Interpretation als Subjekt des Hauptsatzes hingegen erfordert neue Analysen, die mittels Hinzufügung von dominanten Relationen nicht zu erstellen sind. Somit werden die Hörer oder Leser mit diesem Satz tatsächlich *auf den Holzweg* geführt, und es zeigen sich deutliche Schwierigkeiten.

In Weinbergs Modell gibt es, ebenso wie bei Perfetti, eine klare Bevorzugung von *bottom up* Information, d.h., der Parser ist autonom. Nur wenn es, wie bei global ambi-

gen Strukturen, nicht möglich ist, eine korrekte Analyse allein aufgrund syntaktischer Informationen zu erstellen, wird die Analyse unterbrochen und auf desambiguierende Informationen gewartet. Hierbei wird auch auf *top down* Informationen zurückgegriffen, also auch semantische Faktoren einbezogen.

### 3.5 Semantikorientierte Syntaxverarbeitung

Eine weitere Modellvorstellung wurde von Konieczny, Hemforth & Strube (1991, s. auch Konieczny, Scheepers, Hemforth & Strube 1994) entworfen. In experimentellen Untersuchungen, in denen die Befunde von Rayner et al. (1983) aus der englischsprachigen Forschung für das Deutsche überprüft wurden, fanden sich für die Anbindungen der PP bei Sätzen vom Typ

(39a) *Marion verzierte die Torte mit der praktischen Spritztülle.*

(39b) *Ich habe gehört, daß Marion die Torte mit der praktischen Spritztülle verzierte.*

(40a) *Marion verzierte die Torte mit dem kräftigen Mokkaesgeschmack.*

(40b) *Ich habe gehört, daß Marion die Torte mit dem kräftigen Mokkaesgeschmack verzierte.*

(41a) *Marion verzierte die Torte mit dem frischen Obst.*

(41b) *Ich habe gehört, daß Marion die Torte mit dem frischen Obst verzierte.*

Präferenzen, die vom *garden path* Ansatz nicht erklärt werden können. In (39a, b) ist das Nomen der PP geeignet, die thematische Rolle des instrumens zum Verb zu erfüllen. In (40a, b) ist dies nicht der Fall, die Semantik der PP legt die Lesart eines Attributs zum Objekt dar. In Satz (41a, b) ist die PP bezüglich ihrer Semantik neutral, d.h., sie ist sowohl als instrumens wie auch als Attribut geeignet.

Nach dem *garden path* Modell sollte sich eine bevorzugte Anbindung der PP an die VP finden, d.h., das Nomen der PP sollte als instrumens zum Verb gelesen werden. Dies ist die Lesart mit der geringeren syntaktischen Komplexität und weniger Knoten im Phrasenstrukturbaum. In dem Moment, wo sich die Semantik des Nomens als inkompatibel mit dieser Analyse herausstellt, sollten sich aufgrund der nun durchzuführenden Reanalyse des Satzes längere Lesezeiten für das Nomen der PP und die folgenden Konstituenten finden.

Die Lesezeiten im Experiment zeigten jedoch ein vollständig anderes Muster. Es zeigten sich Reanalyseeffekte in Form von überzufällig verlängerten Lesezeiten in den Bedingungen, in denen die Semantik des Nomens der PP nur mit der Lesart des instrumens vereinbar war gegenüber den beiden anderen Bedingungen. Dieses Datenmuster zeigte sich sowohl bei den Hauptsätzen mit Verbzweitstellung wie auch bei den Nebensätzen mit Verb-End-Stellung. Diese Ergebnisse sprechen sowohl gegen MA wie auch gegen *late closure*.

Selbst wenn sich aufgrund neuerer grammatiktheoretischer Überlegungen (vgl. Konieczny et al. 1991) herausstellen sollte, daß beide Anbindungsmöglichkeiten in ihrer Komplexität nicht mehr unterscheidbar sind, sollte nach dem *garden path* Modell *late closure* zur Anwendung kommen, d.h., die ambige Konstituente sollte in die gerade prozessierte Struktur integriert werden. Bei den Nebensätzen scheinen die Befunde den Vorhersagen von *late closure* zu entsprechen. Anders sieht dies bei den Hauptsätzen mit Verbzweitstellung aus. Hier wird auch von *late closure* eine Anbindung der ambigen PP in die Verbalphrase vorhergesagt. Dies ist allerdings nicht der Fall.

Andere von Konieczny et al. angeführte Nebensatzkonstruktionen, die auch die Grundlage für die hier zu berichtenden Daten bilden, bedienen sich der Ambiguität des definiten femininen Artikels zwischen Genitiv und Dativ im Deutschen.

(42a) *Daß der Doktorand der Professorin Urlaub abgetrotzt hat, wußte niemand.*

(42b) *Daß der Doktorand dem Professor Urlaub abgetrotzt hat, wußte niemand.*

(43a) *Daß der Doktorand der Professorin Urlaub gefordert hat, wußte niemand.*

(43b) *Daß der Doktorand des Professors Urlaub gefordert hat, wußte niemand.*

In den ambigen Bedingungen (42a, 43a) wird durch das ditransitive Verb *abtrotzen* klar, daß es sich bei der ambigen NP *der Professorin* um das indirekte Objekt zum Verb handelt, die Konstituente also an die VP angebunden werden muß. Das transitive Verb *fordern* hingegen läßt kein indirektes Objekt zu, die ambige NP muß also als Genitivattribut interpretiert werden.

Nach MA sollte die Interpretation, in der die ambige NP in die VP integriert wird, die bevorzugte Lesart sein.

In einer Untersuchung mittels selbstgetaktetem Lesen (vgl. auch Scheepers, Hemforth & Konieczny 1994) sowie auch einer Blickbewegungsstudie wurden die Lesezeiten für

solche Satzstrukturen getestet. Es stellte sich heraus, daß bei phrasenweiser Darbietung (Bader 1990) die Vorhersagen des *garden path* Modells bestätigt werden konnten, nicht jedoch bei Wort-für-Wort-Darbietung (Scheepers et al. 1994). Hier zeigten sich Reanalyseeffekte für die Dativ- aber nicht für die Genitivbedingung, d.h., die Lesezeiten in der desambiguierenden Region in der ambigen Dativbedingung waren signifikant länger als in der nicht ambigen Bedingung. Hingegen unterschieden sich die Lesezeiten zwischen den Genitivbedingungen nicht überzufällig voneinander.

Vor dem Hintergrund der Annahme einer semantikorientierten Syntaxverarbeitung wurden zwei alternative Annahmen überprüft.

#### *Immediate Semantic Integration Check, ISIC*

*Wähle aus den angebotenen syntaktischen Alternativen diejenige aus, die eine sofortige semantische Überprüfung einer strukturell zulässigen Integration erlaubt.* (Konieczny et al. 1994, S. 148)

Dieses Prinzip besagt, daß beide möglichen Analysen erstellt werden und dann diejenige ausgewählt wird, die einer semantischen Überprüfung zugänglich ist. Die Anbindung der PP in die VP ist nicht überprüfbar, da das Verb noch nicht zur Verfügung steht, wohl aber die Interpretation als Attribut zum Objekt. Stellt sich diese Anbindung als nicht kompatibel mit semantischen Merkmalen der PP heraus, muß diese Strukturzuweisung revidiert werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen mit ambigen PPn lassen sich aber auch mit einem anderen Prinzip erklären.

#### *Head Attachment, HA*

*Binde eine Konstituente - wenn möglich - an eine Phrase, deren lexikalischer Kopf bereits eingelesen wurde.* (Konieczny et al. 1994, S. 149)

Im Gegensatz zu ISIC basiert HA auf rein strukturellen Prinzipien. Auch hiermit sind die Lesezeiten der Sätze mit ambigen PPn erklärbar.

Anders sieht es bei den Sätzen aus, deren Ambiguität aus der Genitiv- und Dativform des definiten femininen Artikels resultiert. Hier findet die Desambiguierung nicht über die Semantik des Nomens der PP statt, sondern in den nicht ambigen Bedingungen über die Oberflächenform des bestimmten Artikels. Eine Reanalyse der Struktur, die eine der ersten NP folgende NP an diese bindet, sollte also schon auf dem bestimmten Artikel stattfinden. Dies zeigte sich auch in den Ergebnissen der Lesezeitvergleiche in

den entsprechenden Untersuchungen (vgl. Scheepers et al. 1994). Hier waren die Lesezeiten in der nicht ambigen Dativbedingung überzufällig länger als in den anderen Bedingungen. Es wurde also nicht erwartet, bis eine semantische Überprüfung möglich war, ansonsten hätten sich die Verarbeitungszeiten auf dem bestimmten Artikel nicht unterscheiden dürfen, da nach ISIC an dieser Stelle noch beide Strukturalternativen zur Verfügung stehen sollten.

HA ist aber nicht für alle ambigen Strukturen ausreichend, um Anbindungspräferenzen vorherzusagen. Bei einem Satz wie

(44) *He caught the cat in the kitchen.*

bestehen auch nach HA zwei Anbindungsmöglichkeiten, d.h., die PP kann als lokativ sowohl an die VP wie auch an die Objekt-NP angebunden werden. Empirisch hat sich eine Präferenz für die Integration der PP in die VP gezeigt.

Anders sieht die Präferenz bei

(45) *He thought about the cat in the kitchen.*

aus. Hier wird die PP bevorzugt an das Objekt *the cat* gebunden.

Ein solches Vorgehen des Parsers scheint damit erklärbar zu sein, daß bestimmte Verben die Erwartung an den nachfolgenden sprachlichen Input aufbauen, bestimmte Theta-Rollen zu besetzen (vgl. hierzu auch Ford 1986). So gibt es die Tendenz von Bewegungsverben, lokative an sich zu binden, die sich bei Wahrnehmungsverben nicht findet (s. Beispiel(45)). Über die obligatorische Vergabe von Theta-Rollen durch Verben hinausgehend scheint es auch Affinitäten zu geben, die dazu führen, daß definierte Arten von Konstituenten an bestimmte Verbarten gebunden werden.

Aus diesen Überlegungen heraus wird das Prinzip erstellt, das zur Anwendung kommen soll, wenn HA nicht greift, wie in oben gezeigtem Beispiel:

#### *Preferred Role Attachment*

*Binde eine Konstituente y an eine Phrase, deren bereits gelesener Kopf eine zu fordernde oder zu erwartende Theta- oder Ort / Zeit-Rolle für y zu vergeben hat.*  
(Konieczny et al. S. 153)

Aber auch dieses Prinzip ist nicht in der Lage, für alle ambigen Konstruktionen die Anbindungspräferenzen vorherzusagen. So kommen nach oben beschriebenen Leitsätzen bei folgendem Satz

(46) *Er organisierte die Hilfe für Rußland.*

beide Konstituenten für die Anbindung der PP *für Rußland* in Frage, da beide eine benefizienz-Rolle zu vergeben haben. Präferiert wird hier aber die Anbindung an das Objekt *die Hilfe*. Die beobachtete Verarbeitung solcher Sätze führte zu dem folgenden Anbindungsprinzip:

#### *Recent Head Attachment*

*Ist die Anbindung einer Konstituente y an mehrere Phrasen möglich, deren lexikalische Köpfe, die sich hinsichtlich der Vergabe einer Rolle für y nicht unterscheiden, bereits gelesen wurden, binde y an die Phrase, deren Kopf als letzter gelesen wurde.* (Konieczny et al. 1994).

Dieses Prinzip entspricht *late closure* aus dem *garden path* Modell, basiert aber auf den lexikalischen Eigenschaften potentieller Phrasenköpfe.

Mit den hier dargestellten Anbindungsprinzipien ist es möglich, die Anbindung von ambigen NPn nach dem Kriterium, sie möglichst schnell einer semantischen Kontrolle unterziehen zu können, vorherzusagen. Zentral an diesem Verarbeitungsmodell sind die Phrasenköpfe und ihre lexikalischen Eigenschaften, bei der Integration von Konstituenten in die zu erstellende syntaktische Repräsentation des Satzes spielen also nicht nur syntaktische Regeln eine Rolle.

Auch dieser Ansatz geht davon aus, daß die Prinzipien der syntaktischen Analyse davon geleitet sind, eine möglichst geringe Belastung des Arbeitsspeichers zu ermöglichen. Anders als das *garden path* Modell liegt dem *parametrized head attachment*, das im folgenden kurz zusammengefaßt wird, jedoch keine Theorie über grammatische Regeln zugrunde, sondern lexikalische Informationen, was den nicht unbeträchtlichen Vorteil mit sich bringt, von sich ständig weiterentwickelnden linguistischen Syntaxtheorien unabhängig zu sein.

Im folgenden sollen das Konzept des parametrized head attachment (PHA), das aus den oben beschriebenen Prinzipien entwickelt wurde, kurz zusammengefaßt dargestellt werden.

#### *Parametrized Head Attachment (PHA):*

i. *Head Attachment, HA*

Binde eine Konstituente - wenn möglich, an eine Phrase, deren lexikalischer Kopf

bereits eingelesen wurde.

Existieren weiterhin mehrere Anbindungsmöglichkeiten,

ii. *Preferred Role Attachment*

Binde eine Konstituente *y* an eine Phrase, deren Kopf eine zu fordernde oder „zu erwartende“ Theta- oder Ort-/Zeit-Rolle für *y* zu vergeben hat.

Existieren weiterhin mehrere Anbindungsmöglichkeiten,

iii. *Recent Head Attachment*

Binde eine Konstituente an die Phrase, deren Kopf als letzter gelesen wurde.

Ergänzt wird das PHA durch das Prinzip der

*Lexical Strength*

Wähle bei lexikalischer Mehrdeutigkeit die stärkste Form, die mit dem syntaktischen Kontext vereinbar ist (Konieczny, Scheepers, Hemforth & Strube 1994, S. 154-155).

Ein weiterer, neuerer Ansatz zur Modellierung des Sprachverstehenssystems stellt die Kapazität des Arbeitsspeichers (*working memory*) in den Vordergrund. Als zentrale Grundlage spielt dieser auch in anderen Theorien, sowohl in der modularen von Frazier et al. als auch der in diesem Abschnitt beschriebenen semantisch orientierten eine Rolle. Eine zentrale Begründung für die Modellannahmen liegt in der begrenzten Kapazität des Arbeitsspeichers, die optimal genutzt werden muß.

In einem weiteren hier vorzustellenden Modell stellt die interindividuell unterschiedliche Kapazität des Arbeitsspeichers die Grundlage für unterschiedliche Satzverarbeitungsprozesse zwischen Versuchspersonen dar.

### 3.6 Interindividuell unterschiedliche Sprachverarbeitung aufgrund von unterschiedlicher Kapazität des Arbeitsgedächtnisses

Daß der Arbeitsspeicher (im folgenden auch Arbeitsgedächtnis bezeichnet) beim Verstehen von Sprache involviert ist, konnten zuerst Baddeley & Hitch (1974, Hitch & Baddeley 1976) nachweisen. Bei der Kombination einer Gedächtnisaufgabe mit einer sprachlichen Aufgabe, in der das Verstehen und Wiedergeben komplexer Strukturen getestet wurde, konnten die Autoren aufzeigen, daß offensichtlich für beide Aufgaben die gleichen kognitiven Ressourcen belastet wurden. Die Belastung des Arbeitsgedächtnisses zeigte deutliche Einflüsse auf die Fähigkeit, Sprache schnell und effizient zu verarbeiten.

Just & Carpenter (1992) entwerfen ein Modell, in dem die Aktivierung und der Aktivationsverfall sprachlicher Strukturen und Elemente eine zentrale Rolle spielen. Solange ein Element (es kann ein Wort, eine Konstituente, eine grammatische Struktur, eine thematische Struktur etc. darstellen) eine Aktivierung aufweist, die über einem definierten Grenzwert liegt, ist es Teil des Arbeitsgedächtnisses. Fällt diese Aktivierung unter diesen Grenzwert, ist dieses Element im Arbeitsspeicher nicht mehr repräsentiert. Der Berechnung der Repräsentation eines rezipierten Satzes geschieht mittels Aktivierung und Deaktivierung der einzelnen Elemente.

Durch komplexe grammatische Konstruktionen kann es zu einer Überschreitung der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses kommen, so daß z.B. Elemente am Anfang des Satzes zu einem späteren Zeitpunkt, an dem sie zum Aufbau der korrekten Satzanalyse benötigt werden, nicht mehr aktiviert sind und somit nicht mehr auf sie zugegriffen werden kann. Das Konstrukt des Arbeitsspeichers beinhaltet also lediglich eine bestimmte Menge Energie, die für die Aktivierung von Elementen zur Verfügung steht.

Was bedeutet diese begrenzte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses für das Sprachverstehen? Im alltäglichen Gebrauch müssen ganze Texte (visuell oder auditiv) verarbeitet werden, was in der Regel kein Problem darstellt. Wie ist das möglich in Anbetracht der begrenzten Ressourcen des Arbeitsspeichers?

Just et al. (1992) postulieren Mechanismen, die die Anforderungen an die Ressourcen vermindern. Dazu gehört, daß sprachlicher input *on line* verarbeitet wird, also jeder einzelne Stimulus sofort in die Analyse der gesamten Struktur integriert wird. Eine verzögerte Verarbeitung würde bedeuten, daß das Arbeitsgedächtnis stärker belastet

wird. Zudem werden niedrigere Ebenen der Verarbeitung gelöscht, wenn adäquate höhere Einheiten gebildet sind. So können nach der Erstellung referentieller Repräsentationen grammatische Analysen verzichtbar sein und gelöscht werden.

Zudem ist es möglich, daß z.B. über *priming* Mechanismen die Verarbeitung erleichtert wird, indem durch den vorhergegangenen Kontext bereits Elemente und Strukturen aktiviert werden, die später benötigt werden.

Diese zentrale theoretische Position des Arbeitsgedächtnisses für das Sprachverstehenssystem ermöglicht die Annahme, daß die individuellen Fähigkeiten, Sprache zu verarbeiten, durchaus unterschiedlich sind. Der Arbeitsspeicher wird nicht als einheitliches Modell dargestellt, das über alle Personen hinweg die gleichen Merkmale aufweist. Vielmehr wird davon ausgegangen, daß es durchaus Kapazitätsunterschiede gibt, die die Art der Sprachverarbeitung wesentlich beeinflussen. Diese Differenzen sind allerdings nicht so groß, daß schon bei leichten Aufgaben, wie z.B. dem Verstehen einfacher Sätze, Unterschiede festzustellen sind. Vielmehr zeigt sich das von der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses abhängige unterschiedliche Vorgehen bei der Verarbeitung von sprachlichen Stimuli erst dann, wenn die Aufgaben schwerer werden und ein Arbeitsspeicher mit relativ geringer Kapazität an die Grenzen seiner Belastbarkeit stößt. Dies wird anhand empirisch getesteter syntaktisch komplexer Strukturen dargestellt werden. Wie aber wird die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses individuell erfaßt? Daneman & Carpenter (1980) haben hierfür den *reading span test* entworfen. Er besteht aus fünf Gruppen von Sätzen. In der ersten Gruppe gibt es wiederum fünf Sets, die jeweils aus zwei Sätzen bestehen, in der zweiten Gruppe bestehen die Sets aus drei Sätzen, in der dritten aus vier und in der fünften schließlich aus fünf Sätzen. Die Versuchspersonen haben die Aufgabe, jeden Satz, den sie einzeln präsentiert bekommen, laut zu lesen. Nach jedem Set, also abhängig von der Satzgruppe nach zwei bis fünf Sätzen, haben sie die Aufgabe, aus dem Gedächtnis die letzten Wörter aller Sätze des Sets zu benennen. Gelingt dies in mindestens drei der fünf Sets, gilt der Test in dieser Gruppe als bestanden. Z.B. wird einer Vp, die in der Lage ist, drei von fünf Sets à vier Sätzen zu „lösen“, dann aber an den Sets mit fünf Sätzen scheitert, eine *reading span* von 4,0 zugewiesen. Ist sie jedoch in der Lage, in zwei der fünf Sets mit fünf Wörtern alle letzten Wörter der Sätze zu rekapitulieren, hat sie eine *reading span* von 4,5.

Die Vorhersagen für die Verarbeitungsstrategien komplexer ambiger syntaktischer Strukturen werden vor dem Hintergrund einer solchen Theorie differenzierter als es anhand von Modellen, die auf das reine Sprachverarbeitungssystem und seine Komponenten rekurren, der Fall ist. Die Konzepte von der Modularität der syntaktischen

Verarbeitungskomponente sowie auch von deren Durchlässigkeit für andere Informationsarten werden in Abhängigkeit individuell unterschiedlicher Arbeitsspeicherkapazitäten neu interpretiert.

Nach Just et al. (1992) ist die Abkapselung des Parsers eine Konsequenz aus einer geringen Verarbeitungskapazität des Arbeitsgedächtnisses. Diese führt dazu, daß sprachliche Elemente nicht solange im Arbeitsspeicher repräsentiert bleiben, daß ein Einfluß unterschiedlicher Verarbeitungsebenen aufeinander stattfinden kann. Während Personen mit einer hohen Arbeitsspeicherkapazität verschiedene Informationsarten aktiv halten können, so daß diese auch miteinander interagieren, ist dies mit einer geringen Arbeitsspeicherkapazität nicht möglich. Somit wird in diesem Modell von einer Fähigkeit zur Interaktion ausgegangen, die nicht allen VPn (in der psycholinguistischen Forschung hauptsächlich Student/inn/en) eigen ist.

Wie Trueswell et al. (1994) nehmen auch Just et al. (1992) bezug auf bereits beschriebene Untersuchung von Ferreira & Clifton (1986). Der Übersichtlichkeit halber sei diese hier noch einmal kurz zusammengefaßt. Ferreira et al. untersuchten die Lesezeiten von VPn für Sätze vom Typ

(47a) *The evidence examined by the lawyer shocked the jury.*

(47b) *The defendant examined by the lawyer shocked the jury.*

Diese Sätze stellen aufgrund der Auslassung des Relativpronomens und des Hilfsverbs (*that was* bzw. *who was*) einen sogenannten reduzierten Relativsatz dar. In anderen Experimenten (z.B. Rayner et al. 1983) hat sich bereits gezeigt, daß solche Art Sätze zu meßbaren Verarbeitungsschwierigkeiten führen. Variiert wurde ein semantisches Merkmal (belebt / unbelebt) der ersten NP, die im Falle der bevorzugten Analyse dieser Struktur in Subjektposition steht. Wenn Einflüsse der semantischen Verarbeitung einen Effekt auf die Art der syntaktischen Analyse zeigen, sollten sich die Lesezeiten für Sätze mit unbelebter erster NP (*the evidence*) von denen für Sätze mit belebter erster NP (*the defendant*) unterscheiden. Eine unbelebte NP ist als Subjekt, insbesondere in der thematischen Rolle des vom Verb geforderten agens, ungeeignet, somit sollte sich, im Falle einer semantischen Einflußnahme auf die Strukturerstellung, eine Tendenz zeigen, solche Sätze vom Typ (47a) bevorzugt als reduzierten Relativsatz zu interpretieren. Dieses Ergebnis zeigte sich in der Untersuchung von Ferreira et al. jedoch nicht, es waren im Gegenteil keine Unterschiede zwischen den Sätzen bezüglich der Verarbeitungsschwierigkeiten festzustellen. In beiden Bedingungen zeigten sich *garden path* Effekte, die sich in längeren Lesezeiten auf dem Pronomen

by niederschlagen, das die erste NP als semantisches Objekt einer Passivkonstruktion deutlich macht. Solche Sätze in unreduzierter Relativsatzform hingegen waren unabhängig von der semantischen Bedingung der ersten NP leichter zu verarbeiten als die reduzierten Relativsätze.

Diese Daten wurden von Ferreira et al. als Evidenz für ein modular arbeitendes Sprachverstehenssystem interpretiert.

Just et al. wiederholten dieses Experiment, der einzige wesentliche Unterschied zu der Untersuchung von Ferreira et al. bestand darin, daß jetzt VPn mit niedriger und hoher *reading span* (2,5 oder weniger bzw. 4, 0 oder mehr) ausgesucht und einer von zwei entsprechenden Gruppen zugeordnet wurden. Das Ergebnis entsprach der durch das Modell getroffenen Vorhersage:

Es zeigten sich keine Verarbeitungsunterschiede zwischen den semantischen Bedingungen für die erste NP bei VPn mit niedriger *reading span*, weder in der reduzierten noch in der nicht reduzierten syntaktischen Relativsatzbedingung. Bei den VPn mit hoher *reading span* hingegen zeigte sich in beiden syntaktischen Bedingungen ein deutlicher Effekt für die semantische Bedingung der ersten NP. Das heißt, während die Daten auf modular erscheinende Verarbeitungsprozesse bei VPn mit niedriger *reading span* hinweisen, scheinen sich diejenigen mit größeren Kapazitäten des Arbeitsspeichers interaktiver Strategien bedienen zu können.

King & Just (1991) fanden ebenfalls Daten, die die oben beschriebene Hypothese stützen. In einem Experiment, in denen die Lesezeiten für Subjekt- und Objekt-Relativsätze wie

(48a) *The reporter that attacked the senator admitted the error.* (Subjekt-Relativsatz)

(48b) *The reporter that the senator attacked admitted the error.* (Objekt-Relativsatz)

wurden die VPn in Gruppen von Personen mit hoher, mittlerer und niedriger *reading span* eingeteilt. Zusätzlich zu der reinen Leseaufgabe wurden im Anschluß an die kritischen Sätze weitere Sätze dargeboten, auf die mit *ja* oder *nein* (per Knopfdruck) reagiert werden sollte, um das Satzverständnis der VPn überprüfen zu können.

Bei den kritischen Sätzen handelt es sich um eingebettete Nebensätze, die eine Hauptsatzkonstruktion unterbrechen. Die Objekt-Relativsätze sind aufgrund der unterschiedlichen Funktionen, die das Subjekt des Hauptsatzes innehat, schwerer zu verarbeiten als die Subjekt-Relativsätze. Hier ist das Subjekt des Hauptsatzes auch Subjekt

des eingebetteten Relativsatzes, anders als bei den Objekt-Relativsätzen, in denen das Hauptsatzsubjekt gleichzeitig Objekt des Relativsatzes ist.

Auch in diesem Experiment bestätigten sich die Annahmen, die das Modell von der arbeitsspeicherkapazitätsabhängigen Sprachverarbeitung nahelegen. So zeigten sich in den Subjekt-Relativsätzen kaum Unterschiede in den Lesezeiten zwischen den Versuchspersonengruppen mit unterschiedlicher *reading span*. Jeweils bei den Verben, die die nötige syntaktische Information für das Satzverstehen lieferten, ergab sich ein Anstieg der Lesezeiten gegenüber den anderen Wörtern des Satzes.

Bei den Objekt-Relativsätzen hingegen änderte sich das Bild: hier zeigte sich in allen Versuchspersonengruppen ein Anstieg der Lesezeiten für *attacked* gegenüber der syntaktisch weniger komplexen Bedingung. Auf ähnlichem Niveau lagen für die VPn mit mittlerer und hoher *reading span* die Lesezeiten für *admitted*. Ein deutlicher Anstieg der mittleren Lesezeit fand sich jedoch für die Gruppe von VPn, die nur eine geringe Lesespanne hatten.

Neben den Lesezeitunterschieden fanden sich auch unterschiedliche Ergebnisse beim Verstehen dieser Sätze. Die VPn mit niedriger *reading span* beantworteten die Fragen am Ende der Sätze deutlich häufiger falsch, obwohl sie länger für deren Verarbeitung brauchten.

Just & Carpenter (1992) interpretieren die Strategie der *high span readers* (dieser Terminus wird im folgenden für die Versuchspersonengruppe mit hoher *reading span* verwendet werden) dahingehend, daß sie mehrere mögliche Analysen eines lokal syntaktisch ambigen Satzes aktiviert halten können, um bei Vorlage desambiguierender Information schnell auf eine der beiden aktiven Strukturen zugreifen zu können. *Low span readers* (also Personen mit niedriger *reading span*) hingegen sind aufgrund ihrer geringeren Möglichkeiten, Aktivität im Arbeitsgedächtnis aufrecht zu erhalten, dazu nicht in der Lage. Diese Hypothese wurde in einem Experiment von MacDonald, Just & Carpenter (1992) überprüft. Das Stimulusmaterial wurde in zwei Bedingungen präsentiert, die bis auf das Verb identische Sätze enthielten.

(49a) *The experienced soldiers warned about the dangers before the midnight raid.*

(49b) *The experienced soldiers spoke about the dangers before the midnight raid.*

Der Satz (49a) ist bis zu dem Wort *before* dahingehend ambig, daß er auch als reduzierter Relativsatz gelesen werden kann:

(49c) *The experienced soldiers warned about the dangers conducted before the midnight raid.*

Dies liegt an der Ambiguität der Imperfektform *warned*, die in der Oberflächenform nicht von der Partizipialform des gleichen Verbs unterschieden werden kann. *spoke* hingegen weist diese Ambiguität nicht auf, weshalb auch der Satz an keiner Stelle ambig ist. In zahlreichen anderen Experimenten mit reduzierten Relativsätzen hat sich allerdings gezeigt, daß die Analyse als Aktivsatz in ambigen Fällen der als reduzierter Relativsatz vorgezogen wird. Die Sätze weisen also keine hohe syntaktische Komplexität auf.

Um so erstaunlicher sind die Ergebnisse, die sich in dieser Untersuchung zeigten. Die VPn wurden wiederum in Gruppen von *high-*, *low-* und *middle span readers* aufgeteilt. Am Anfang und in der Mitte der Sätze unterschieden sich die mittleren Lesezeiten der drei Gruppen nicht überzufällig voneinander. Gegen Ende des Satzes jedoch waren die *high span readers* deutlich langsamer als die anderen beiden Gruppen, was darauf zurückgeführt wurde, daß von ihnen beide möglichen Satzanalysen aktiv im Arbeitsspeicher gehalten wurden. Diese erhöhte Anforderung geht offensichtlich aber auf Kosten der kognitiven Ressourcen, so daß die Lesezeiten langsamer wurden.

Ob diese Ergebnisse tatsächlich nur in die Richtung interpretierbar sind, daß hier multiple Analysen des syntaktischen Inputs angelegt wurden, ist fraglich. So ist es auch denkbar, daß die Verarbeitung bei Erkennen der Ambiguität zumindest partiell gestoppt wurde, der Satzanfang und die syntaktisch möglichen Weiterführungen auf abstraktem Niveau jedoch aktiviert blieben. Bei Vorlage von desambiguierendem Material könnte die Analyse wieder aufgenommen worden sein, was ebenfalls die längeren Lesezeiten erklären könnte. Hier muß nachträglich von den *high span readers* die gesamte syntaktische Analyse durchgeführt werden, die die *low* und *middle span readers* bereits *on line* vollzogen haben.<sup>17</sup> Die *high span readers* wären dann in der Lage, das Gelesene im Arbeitsspeicher zu halten und die Analyse erst zu einem Zeitpunkt zu berechnen, der Satz eindeutig interpretiert werden kann.

Eine Überprüfung dieses Modells<sup>18</sup> wurde von Friederici, Steinhauer, Mecklinger & Meyer (1998) vorgenommen. Mittels der Messung ereigniskorrelierter Potentiale wurden lokal ambige Relativsätze folgenden Typs untersucht:

<sup>17</sup> Zur kritischen Auseinandersetzung mit dem von Just & Carpenter entwickelten Modell aufgrund empirischer Daten von u.a. von hirnerkrankten Patienten und theoretischer Überlegungen s. Waters & Caplan 1992, 1996 und Just, Carpenter & Keller, 1996

<sup>18</sup> vgl. hierzu auch das *Capacity constrained parsing model*, MacDonald, Just & Carpenter 1992,

- (50a) *Das ist die Sekretärin, die die Direktorin gesucht hat / haben.* (späte Desambiguierung durch den Numerus des Auxiliars)
- (50b) *Das sind die Sekretäre, die den Direktor gesucht haben.* (frühe Desambiguierung auf dem Artikel des direkten Objekts)
- (50c) *Das ist der Sekretär, der den Direktor gesucht hat.* (sofortige Desambiguierung durch die Kasusmarkierung des Relativpronomens, also keine Ambiguität im Relativsatz selber)

Die Versuchspersonen wurde nach einer deutschen Version des *reading span test* von Danemann et al. (1980) in Gruppen mit hoher und niedriger Kapazität des Arbeitsgedächtnisses eingeteilt.

Wie bereits dargestellt, gibt es starke Evidenzen für die Theorie, daß die bevorzugte Lesart solcher zwischen Objekt- und Subjektrelativsatz lokal ambiger Strukturen die des Subjektrelativsatzes ist, das heißt, das dem Relativsatz vorangehende Nomen wird als Subjekt für den Relativsatz interpretiert.

Die Vorhersage der *capacity constrained models* ist die, daß die *low span readers* in Abhängigkeit von der Lokalisation der Desambiguierung Effekte zeigen sollten, wenn der Satz als nicht präferierter Objektrelativsatz desambiguiert wird. Bei *den high span readers* hingegen sollten sich keine unterschiedlichen Effekte zwischen Objekt- und Subjektrelativsätzen zeigen.

Es fanden sich jedoch Ergebnisse, die diesen Vorhersagen genau entgegengesetzt waren. Bei den Sätzen mit später Desambiguierung zeigten die *high span readers* im Kurvenverlauf ein Muster (Positivierung), das auf eine Reanalyse schließen ließ. Dies war bei den *low span readers* nicht der Fall. Wohl aber fanden sich Hinweise darauf, daß in beiden Bedingungen Positivierungen zu verzeichnen waren.

Bei den im Relativsatz nicht ambigen Sätzen, bei denen mit dem Relativpronomen deutlich wurde, um welche Art von Relativsatzstruktur es sich handelte, zeigte sich bei den *low-* wie auch bei den *high-span readers* Effekte, die zwar keine Reanalyse im eigentlichen Sinne darstellten, wohl aber die Integration einer unerwarteten syntaktischen Information.

Unklar sind die Ergebnisse für die Sätze mit früher Desambiguierung mit dem bestimmten Artikel der Nominalphrase (*den* im Beispiel 50b). Hier zeigten sich in beiden Versuchspersonengruppen Effekte auf dem Auxiliar am Satzende, was darauf

hinweist, daß die Kasusinformation des Artikels *on-line* nicht zur Strukturerstellung genutzt wurde.

Bei einer zusätzlich gestellten Frage zum Satzverständnis zeigten die *low span readers* erwartungsgemäß eine geringere Verarbeitungseffizienz und wiesen eine erhöhte Rate an falschen Antworten auf.

Friederici et al. ziehen aus diesen Daten die Schlußfolgerung, daß die *high span readers* sich eher trauen, auch auf die Gefahr einer nötigen Reanalyse hin die Entscheidung für eine in Frage kommende Struktur zu fällen als die *low span readers*, die den (weniger effizienten) Weg gehen, beide möglichen Strukturen parallel zu berechnen. Es wird auch von der Möglichkeit ausgegangen, daß die leichten Positivierungen am Ende der Relativsätze mit später Desambiguierung, also auf dem Auxiliar, als Konsequenz einer verzögerten Verarbeitung zu interpretieren sind. Ein teilweises Aussetzen von Analyseprozessen zwischen Präsentation und Auflösung der syntaktischen Ambiguität würde dazu führen, daß diese Prozesse am Ende des Satzes nachgeholt werden müssen, und zwar in beiden Bedingungen.

Dieser Ansatz ist nicht kompatibel mit den Vorhersagen aus den Modellen von Just et al. (1992) und MacDonald et al. (1992). Vielmehr entsprechen die Daten und die daraus gezogenen Interpretationen den Vorhersagen der Theorie des *early commitment models* (Mecklinger, Schriefers, Steinhauer, Friederici 1995), in dem davon ausgegangen wird, daß die *high span reader* einer erfolgreicherer Verarbeitungsstrategie folgen, indem sie sich früh auf eine Interpretation festlegen.

### 3.7 Zusammenfassung

In diesem Abschnitt wurden zunächst die Sprachverarbeitungsmodelle vorgestellt, die die deutlichsten Vorhersagen über die Verarbeitung syntaktischer Ambiguitäten formulieren. Exemplarisch für die seriellen, autonomen Modelle wurde zunächst das *garden path* Modell beschrieben. Hier wird von einer sofortigen Festlegung für eine Lesart der ambigen Region ausgegangen, auch auf das Risiko hin, daß diese sich als falsch herausstellt und eine Reanalyse vorgenommen werden muß. Welche Struktur berechnet wird, entscheidet sich nach rein strukturellen Kriterien, semantisch-lexikalische oder pragmatische Aspekte spielen hierbei, zumindest in der ursprünglichen Fassung, keine Rolle. In der Weiterentwicklung des Modells, als *construal*-Hypothese bezeichnet, wird diese Sichtweise etwas differenziert, indem nun für sogenannte nicht primäre

Relationen eine Analyse in der aktuellen Theta-Domäne angenommen wird, bei der auch andere als rein syntaktische Informationen verwendet werden.

Den Gegenentwurf zu diesem autonomen seriellen Modell bilden die schwach oder stark interaktiven Ansätze. Eine schwache Interaktion wird u.a. von Altmann et al. (1988) postuliert, weshalb dieses Modell auch in Abschnitte 3.2 beschrieben wird. Hierbei wird zwar von einer autonomen Erstellung aller potentiellen syntaktischen Analysen ausgegangen, die Entscheidung darüber, welche Analyse ädaquat ist, fällt auch auf der Basis nicht-struktureller Information.

Stark interaktive Modelle, wie von Taraban et al. (1988) oder MacDonald et al. (1993, 1997) vorgestellt, nehmen den Einfluß semantisch-lexikalischer und pragmatischer Faktoren sogar vor der Strukturerstellung an. Dieser bewirkt die erhöhte Aktivierung einer der beiden Analysemöglichkeiten gegenüber der anderen, auch hier wird also generell von einer parallelen Verarbeitung ausgegangen. Diese Modelle wurden in Abschnitt 3.3 vorgestellt.

Verzögerungsmodelle hingegen postulieren ein partielles Innehalten der syntaktischen Analyseprozesse bei der Konfrontation mit ambigen Strukturen. Erst wenn desambiguierendes Material eingelesen wird, werden die Analysen vollständig berechnet. Diese Informationen können, je nach Modell, rein syntaktischer Art sein oder aber auch andere Einflüsse zulassen. Exemplarisch wurden zwei Verzögerungsmodelle in Abschnitt 3.4 vorgestellt.

In Abschnitt 3.5 wurde ein Modell beschrieben, das sich bezüglich der Annahme, daß die Entscheidung für eine von zwei möglichen Strukturen sofort fällt, auch auf das Risiko einer Reanalyse hin, nicht vom *garden path* Modell unterscheidet. Die Entscheidung fällt jedoch nicht unter dem Kriterium, welche Analyse die mit der geringsten syntaktischen Komplexität ist. Vielmehr wird die Analyse berechnet, welche am schnellsten der Überprüfung durch die semantische Verarbeitungsebene zur Verfügung gestellt werden kann. Hieraus resultieren eindeutige Vorhersagen für die im experimentellen Teil der Arbeit verwendeten Sätze.

Unterschiede zwischen einzelnen Sprechern/Hörern bei der Verarbeitung von Sprache werden von Modellen postuliert, die die Art der Strukturanalyse ambiger Sätze von der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses abhängig machen.

In solchen Modellen wird also kein verallgemeinerbares Prinzip vertreten, sondern die Art der Verarbeitung von Sätzen von individuellen Parametern abhängig gemacht.

Exemplarisch für solche Ansätze wurde in Kap. 3.6 der Ansatz von Just et al. (1992) dargestellt.